

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология строительного производства»

С.Н. Леонович
В.Н. Черноиван
Н.В. Черноиван

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Часть 1

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2019

УДК 69.05 (075.8)

ББК 38.6я7

Л47

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук, профессор кафедры архитектуры
Брестского государственного технического университета *В.Н. Деркач*;
кандидат технических наук, заведующий испытательной лабораторией
филиала РУП «Институт БелНИИС» «Научно-технический центр»
В.А. Самкевич

Леонович, С. Н.

Л47 Эффективные технологии возведения зданий и сооружений:
учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство» : в 2 ч. / С.Н. Леоно-
вич, В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван. – Минск : БНТУ, 2019. – Ч. 1. –
340 с.
ISBN 978-985-583-282-0 (Ч. 1).

В первой части пособия изложены эффективные технологии выполнения обще-
строительных работ нулевого и надземного циклов при возведении промышленных
и гражданских зданий и сооружений. Даны основные конструктивные решения и тех-
нология устройства ленточных фундаментов монолитной фундаментной плиты.

В разделе, посвященном возведению надземного цикла зданий и сооружений,
изложены технология и организация производства работ по возведению наружных стен
и перегородок из штучных искусственных материалов.

Рассматривается возведение надземного цикла зданий и сооружений из конст-
рукций заводского изготовления, даны конструктивные решения и технология возве-
дения зданий из сборных железобетонных конструкций, металлических конструкций,
в том числе из ЛСТК, структурных конструкций покрытий. Приведена технология
возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Пособие адресовано студентам специальности «Промышленное и гражданское
строительство». Может быть использовано также студентами колледжей и инженер-
но-техническими работниками, занятыми в строительстве.

УДК 69.05 (075.8)

ББК 38.6я7

ISBN 978-985-583-282-0 (Ч. 1)

ISBN 978-985-583-284-4

© Леонович С.Н., Черноиван В.Н.,
Черноиван Н.В., 2019

© Белорусский национальный
технический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Раздел I. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	8
Глава 1. Ленточные фундаменты из сборных железобетонных блоков	8
Общие положения	8
1.1. Устройство котлованов	9
1.2. Предохранение грунтов оснований от водонасыщения	11
1.3. Искусственное закрепление грунтов	20
1.4. Технология устройства котлованов	24
1.5. Монтаж ленточных фундаментов	29
1.6. Обратная засыпка пазух грунтом и его уплотнение	36
1.7. Основные факторы, влияющие на снижение эффективности возведения ленточных фундаментов	37
Глава 2. Монолитная железобетонная фундаментная плита	40
Общие положения	40
2.1. Конструктивное решение монолитной железобетонной фундаментной плиты	40
2.2. Организация и технология производства работ	42
Заключение по разд. I	54
Раздел II. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ШТУЧНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	56
Глава 3. Производство работ при возведении кирпичной кладки стен зданий и сооружений	56
Общие положения	56
3.1. Эксплуатационные характеристики кирпичной кладки	57
3.2. Организация производства работ	59
3.3. Технология производства работ	72
Глава 4. Возведение наружных несущих стен	77
4.1. Многослойная кирпичная кладка с плитным утеплителем	77

4.2. Двухслойная кирпичная кладка с плитным утеплителем	83
4.3. Возведение стен из блоков керамических поризованных пустотелых	88
4.4. Возведение стен из легкобетонных блоков	91
Глава 5. Устройство перегородок	96
5.1. Кирпичные перегородки	96
5.2. Перегородки из блоков ячеистого бетона	99
5.3. Перегородки из плит гипсовых пазогребневых	102
Глава 6. Производство каменных работ при отрицательных температурах наружного воздуха	112
6.1. Особенности производства каменных работ при отрицательной температуре	112
6.2. Каменная кладка методом замораживания кладочных растворов	116
6.3. Кладка на растворах с химическими добавками и последующим оттаиванием	118
6.4. Кладка с прогревом	120
6.5. Мероприятия, проводимые в период оттаивания зимней кладки	121
Заключение по разд. II	127

Раздел III. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Общие положения	128
Глава 7. Возведение зданий и сооружений из сборных железобетонных конструкций	129
7.1. Монтаж бескаркасных крупнопанельных зданий	129
7.2. Монтаж одноэтажных промышленных зданий	141
7.3. Монтаж многоэтажных каркасно-панельных зданий	154
7.4. Возведение высотных зданий	162
7.5. Технология устройства монтажных соединений элементов сборных железобетонных конструкций	167
Глава 8. Возведение зданий и сооружений из металлических конструкций	182
Общие положения	182

8.1. Одноэтажные производственные здания	182
8.2. Арочные покрытия зданий	206
8.3. Здания из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).....	210
8.4. Структурные конструкции покрытий	221
8.5. Купольные покрытия зданий и сооружений.....	228
8.6. Вантовые покрытия.....	231
8.7. Сооружения из листовой стали.....	233
8.8. Технология выполнения болтовых и сварных соединений элементов металлических конструкций.....	246
Глава 9. Возведение зданий и сооружений	
из монолитного железобетона	254
Общие положения	254
9.1. Технологический процесс возведения монолитных железобетонных конструкций.....	281
9.2. Бетонные работы при отрицательных температурах.....	288
9.3. Специальные методы бетонирования	294
9.4. Возведение монолитных каркасных зданий	304
Заключение по разд. III.....	333
Список рекомендуемой нормативной литературы.....	335

ВВЕДЕНИЕ

При возведении зданий и сооружений используется большая номенклатура материальных элементов (строительные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия) и средств технологического обеспечения строительных процессов (строительные машины, механизмы и оборудование, оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления).

Учитывая, что строительная продукция и условия ее изготовления существенно отличаются от технологического регламента, разработанного на изготовление большинства видов продукции, каждый возводимый объект (даже строящийся по типовому проекту) необходимо рассматривать, как индивидуальную (штучную) продукцию. В связи с этим для изготовления строительной продукции требуемого качества с соблюдением требований охраны труда на возведение каждого объекта разрабатывают проект производства работ (ППР), в состав которого обязательно входят технологические карты, где представляются эффективные методы производства строительных работ, выполняемых при возведении того или иного объекта.

Разработано большое количество типовых технологических карт на выполнение отдельных строительных процессов, которые принимались в качестве базы для разработки ППР. Однако большинство из этих карт разработано до развала СССР (20 – 25 лет тому назад). Очевидно, что их большая часть уже потеряла свою практическую ценность, так как строительные материалы, конструкции, машины, механизмы, оборудование, технологическая оснастка, применяемые сегодня, существенно отличаются от заложенных в типовых технологических картах советского периода.

Учебная литература из фондов технических библиотек вузов и из Интернета не отражает изменений (введение в действие ТНПА Республики Беларусь), произошедших в технологии возведения зданий и сооружений.

Уменьшение на год срока обучения студентов строительных специальностей означает новые требования к составу, содержанию и объему материала учебной литературы, которая должна быть рекомендована к изложению.

Очевидно, что специалист, который будет востребован в строительной отрасли завтра, должен в первую очередь знать современ-

ные строительные материалы и область их эффективного применения; основные строительные машины, механизмы, оборудование, технологическую оснастку, применяемые сегодня; уметь, используя приобретенные теоретические знания, разрабатывать эффективную технологию возведения зданий и сооружений с учетом индивидуальности данного объекта.

Учитывая круг задач, который должен будет решать молодой специалист на производстве, авторы данного пособия считают, что из ранее изучаемого курса «Технология строительного производства» необходимо вычленить курс «Технология возведения зданий и сооружений» и преподавать его.

Курс «Технология возведения зданий и сооружений» определяет теоретические основы и регламенты практической реализации выполнения отдельных видов строительных, монтажных и специальных работ, их взаимосвязи в пространстве и времени с целью получения продукции в виде зданий и сооружений.

В данном учебно-методическом пособии описаны эффективные технологии, рекомендуемые при возведении зданий и сооружений. Под термином «эффективные технологии» подразумеваются – наряду с современными (новыми) технологиями (возведение зданий из ЛСТК, кровли из ПВХ-мембран и др.) – известные технологии (оштукатуривание стен, устройство ленточных фундаментов и др.), которые апробированы на практике.

С учетом того, что общестроительные работы, выполняемые при возведении зданий и сооружений, принято группировать по стадиям, которые называются циклами (подземный, надземный и отделочный), при изложении материала была принята следующая структура.

В состав подземного цикла была включена технология производства работ по отрывке котлованов, устройству фундаментов, обратной засыпке пазух и уплотнению грунта в них.

Надземный цикл включает возведение (монтаж) несущих и ограждающих конструкций; устройство перегородок; кровельные работы.

Отделочный цикл – заключительная стадия возведения зданий (сооружений). Соответственно в пособии описаны технологии штукатурных, облицовочных и малярных работ, устройства потолков и полов.

Раздел I

ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

При возведении зданий и сооружений работы принято группировать по стадиям, которые называются циклами. По завершении подготовительного периода строительства приступают к работам первой стадии – подземного цикла. В состав этой стадии, как правило, входят *земляные работы (разработка котлованов и обратная засыпка пазух с уплотнением грунта); монтажные (бетонные) работы по устройству конструкции фундаментов; гидроизоляционные работы.*

Как показывает практика производства работ, сегодня основной объем при возведении зданий и сооружений составляют *ленточные фундаменты (из сборных железобетонных блоков или монолитные железобетонные), а также монолитные железобетонные фундаментные плиты.*

Глава 1

ЛЕНТОЧНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Общие положения

Длительное (более 20 лет) массовое применение ленточных сборных фундаментов при возведении зданий и сооружений, позволило на основании накопленного опыта производства работ разработать эффективную технологию по их возведения.

Согласно требованиям производства работ, при устройстве ленточных фундаментов должны быть обеспечены природная структура грунта под подошвой фундамента и защита грунта от промерзания.

Как показала практика, наименее технологически трудозатратным решением, позволяющим выполнить эти требования, является устройство котлована, а основные факторы, влияющие на увеличение трудоемкости и стоимости работ, – это защита грунтов оснований от попадания поверхностных вод и подтапливания подземными водами; срезка слоя недобора грунта вручную при подготовке основания под подошву фундамента.

1.1. Устройство котлованов

До начала работ по устройству котлована должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- расчистка территории;
- срезка плодородного слоя грунта;
- отвод поверхностных и подземных вод;
- разбивка котлована;
- ограждение котлована;
- устройство временных подъездных путей к котловану.

Расчистка территории включает следующие работы:

- срезку мелких деревьев и кустарников кусторезами;
- удаление деревьев со стволами диаметром более 20 см выполняется цепными или дисковыми пилами, а также древовалами.

Извлечение (корчевание) из грунта пней диаметром до 0,45 м, корневых систем; сплошная корчевка кустарника и мелколесья; транспортирование на близкое расстояние толканием пней, камней, кустарника и поваленных деревьев; погрузка камней и крупных пней в транспортные средства выполняется корчевателями-собирателями.

Деревья и кустарники, подлежащие пересадке, выкапывают, как правило, вручную, чтобы не повредить корневую систему, грузят автокраном в автотранспорт и перевозят на новое место посадки.

Строения, подлежащие сносу, в зависимости от технического состояния несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, демонтируют одним из двух способов – поэлементным демонтажем или разрушением. Работы по сносу строений должны выполняться в полном соответствии с разработанным проектом производства работ (ППР).

По завершению работ по расчистке территории строительной площадки приступают ***к срезке плодородного слоя грунта***.

Плодородный слой грунта должен быть снят в размерах (толщина слоя и границы участка), установленных проектной документацией организации строительства, и перемещен в отвалы для последующего использования его при выполнении работ по благоустройству (озеленению) прилегающей территории застройки. Снятие и укладку слоя плодородного грунта при озеленении территории следует выполнять, только если грунт не находится в мерзлом состоянии. Пло-

дородный слой почвы снимают и перемещают в специально выделенные места бульдозером.

Хранение плодородного грунта должно осуществляться в соответствии с действующими нормативными документами. Способы хранения грунта и защиты буртов от эрозии, подтопления, загрязнения должны быть разработаны в проекте организации строительства (ПОС).

До начала производства работ строительная площадка должна быть ограждена либо обозначена соответствующими предупредительными и запрещающими знаками и надписями.

Разбивка земляных сооружений. Разбивка котлованов под фундаменты зданий и сооружений состоит в установлении и закреплении их положения на местности.

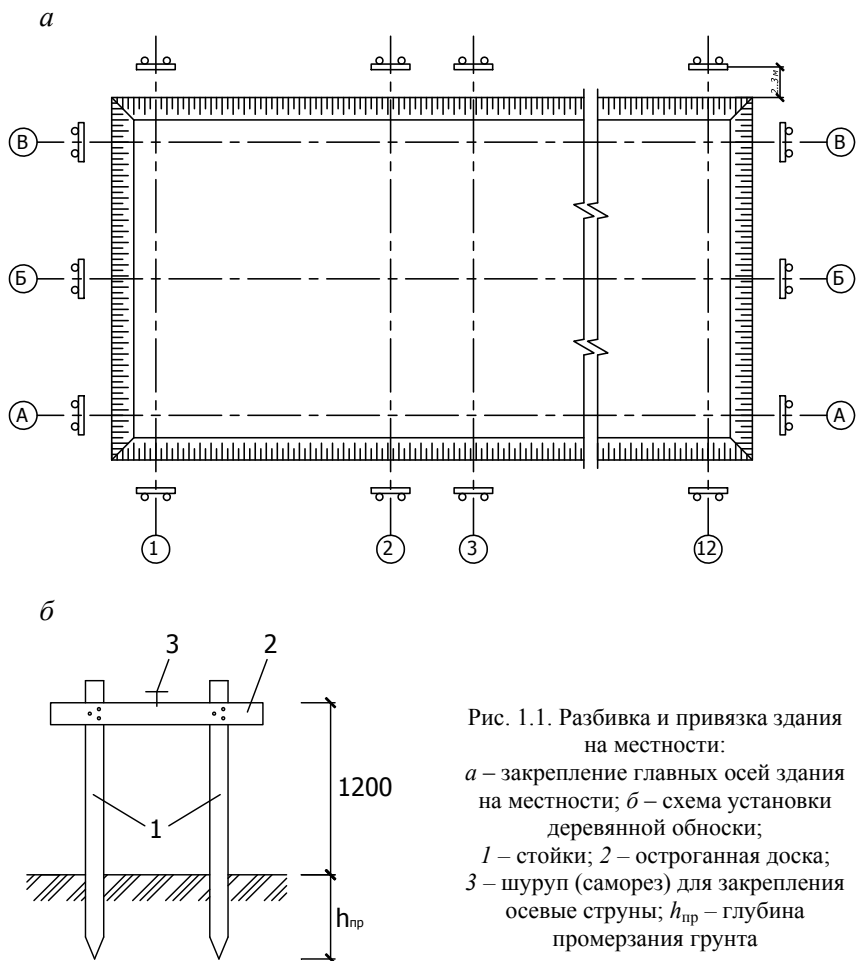
Разбивку котлованов начинают с выноса главных осей здания и закрепления их на местности. В плане размеры котлована должны назначаться по проектным габаритам фундамента с учетом конструкции его (котлована) ограждения и крепления стенок, конструкции опалубки фундамента, способов водоотлива и сооружения фундамента, а также угла естественного откоса грунта. Размеры котлована вверху и внизу, а также его другие характерные точки обозначают хорошо видимыми колышками или вешками. Закрепление на местности всех осей здания, под которые запроектированы фундаменты, осуществляется с использованием обноски.

Обноска выполняется из стоек (металлических или деревянных), закрепленных в грунте на отметке ниже уровня его промерзания.

К стойкам, на отметке 1,2 метра от планировочной отметки земли, крепится доска толщиной не менее 40 мм. Верхняя грань доски должна быть ровно выстрогана.

В процессе выполнения геодезических работ по разбивке котлована на доску наносят фломастером риску, которая фиксирует расположение оси здания, а также записывают обозначение оси согласно проекту привязки здания.

В дальнейшем для переноса осей здания в котлован все оси на досках обноски закрепляют с помощью саморезов, которые крепятся в верхнюю грань доски в створе с нанесенной разбивочной риской. Обноска устанавливается на расстоянии 2–3 м от бровки котлована (рис. 1.1).



1.2. Предохранение грунтов оснований от водонасыщения

Учитывая, что одной из основных причин, приводящих к ухудшению прочностных и деформационных характеристик грунта, является его водонасыщение, в ППР разрабатываются мероприятия, направленные на исключение его увлажнения в течение всего периода производства работ нулевого цикла.

Основными технологическими решениями, позволяющими обеспечить природные структуру и свойства грунтов в основании фундаментов, являются защита котлована от попадания поверхностных вод (атмосферных осадков) и подземных вод.

Защита котлована от попадания поверхностных вод. Поверхностные воды образуются из атмосферных осадков (ливневые и талые воды). Различают поверхностные воды «чужие», поступление которых в разработанный котлован происходит с повышенных соседних участков, и «свои», образующиеся непосредственно на строительной площадке.

Учитывая, что продолжительность между окончанием разработки грунта в котловане и завершением устройства фундамента, как правило, составляет более 24 часов, на период его разработки и устройства фундаментов обязательна защита котлована от поступления «чужих» поверхностных вод.

На практике это требование решается устройством временной водоотводящей канавы (рис. 1.2).

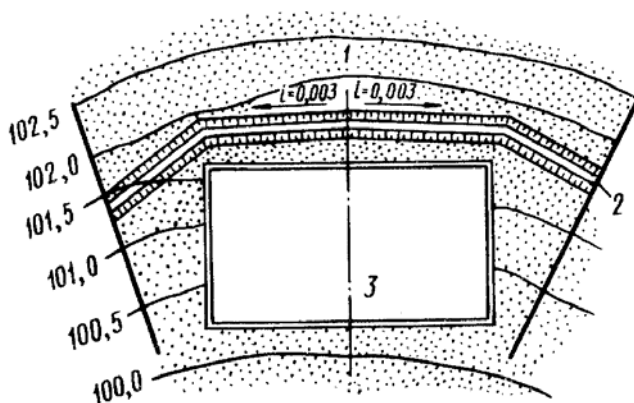


Рис. 1.2. Защита грунта в котловане от поступления атмосферных вод:
1 – бассейн стока воды; 2 – водоотводящая канава;
3 – котлован возводимого здания

Длина водоотводящей канавы определяется с учетом бассейна стока воды. Площадь поперечного сечения рассчитывается с учетом площади бассейна стока воды и максимального количества атмосферных осадков, которое может выпасть в период строительства.

Рекомендуется отрывать такие каналы механизированным способом с помощью тракторов «Беларус» с навесным оборудованием (ковш емкостью 0,15 м³). Для предотвращения быстрого заиливания продольный уклон водоотводных каналов должен быть не менее 0,003.

«Свои» поверхностные воды отводят приданием соответствующего уклона при вертикальной планировке площадки и устройства сети открытого или закрытого водостока.

В случаях высокого уровня грунтовых вод (верховодки) строительную площадку осушают с помощью открытого или закрытого дренажа. Открытый дренаж устраивают обычно в виде каналов глубиной до 1,5 м с пологими откосами и необходимыми для стока воды продольными уклонами. Отрывают такие каналы механизированным способом с помощью тракторов с навесным оборудованием (ковш емкостью 0,15 м³).

Закрытый дренаж выполняется в виде траншеи с уклонами не менее 0,005 в сторону сброса воды. Отвод вод осуществляется по керамическим трубам, перфорированным в боковых поверхностях, которые укладываются на дно траншеи ниже уровня промерзания грунта (рис. 1.3).

Защита котлованов от подземных вод. Согласно ТКП 45-5.01-254-2012 при проектировании фундаментов зданий и сооружений необходимо учитывать гидрогеологические условия площадки и для предотвращения водонасыщения грунта под подошвой фундамента поддерживать уровень подземных вод на 0,5 м ниже отметки дна котлована.

Защита котлованов от подземных вод осуществляется, как правило, с помощью водопонижения. Способ защиты выбирают в зависимости от вида подземных вод, особенностей напластования и свойства грунтов, глубины, размеров и формы котлована в плане, особенностей и размеров строительной площадки.

Все работы должны быть организованы так, чтобы сохранить природные структуру и свойства грунтов основания возводимого объекта и не повредить грунты оснований рядом расположенных сооружений.

*Водопонижение осуществляется с помощью **открытого водоотлива или глубинного водопонижения** и производится в течение всего времени устройства фундаментов в котловане и других подземных частей здания, расположенных ниже уровня подземных*

вод, до тех пор, когда нагрузки от конструкции превысят возникающее гидростатическое давление и обеспечат устойчивость подземных сооружений против всплытия.

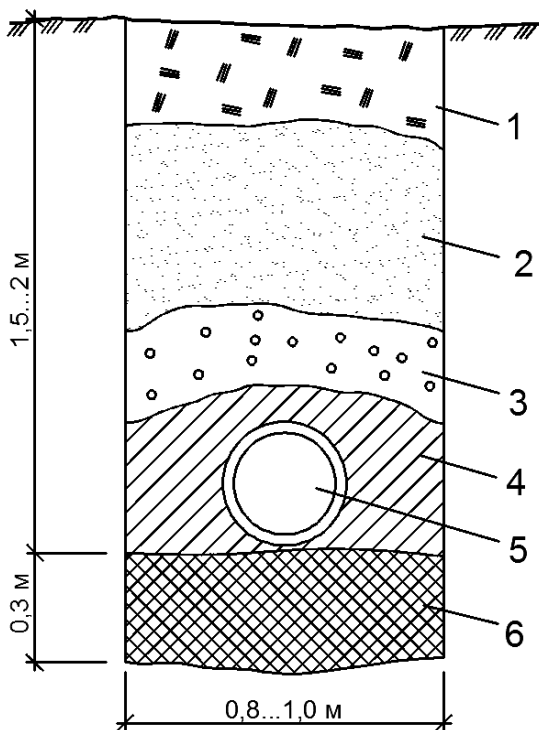


Рис. 1.3. Схема закрытого дренажа для осушения территории (размеры в м):
1 – местный грунт; 2 – мелкозернистый песок; 3 – крупнозернистый песок;
4 – гравий; 5 – труба из пористого материала или перфорированная;
6 – уплотнительный слой

Водопонижение ведется постоянно или с перерывами, но при этом должно быть полностью исключено даже временное подтопление котлована.

Открытый водоотлив осуществляется прямо из котлована специальными насосами и применяется в неглубоких котлованах при подземных водах типа верховодки или отдельных линз, когда отсутствует постоянное их питание (рис. 1.4).

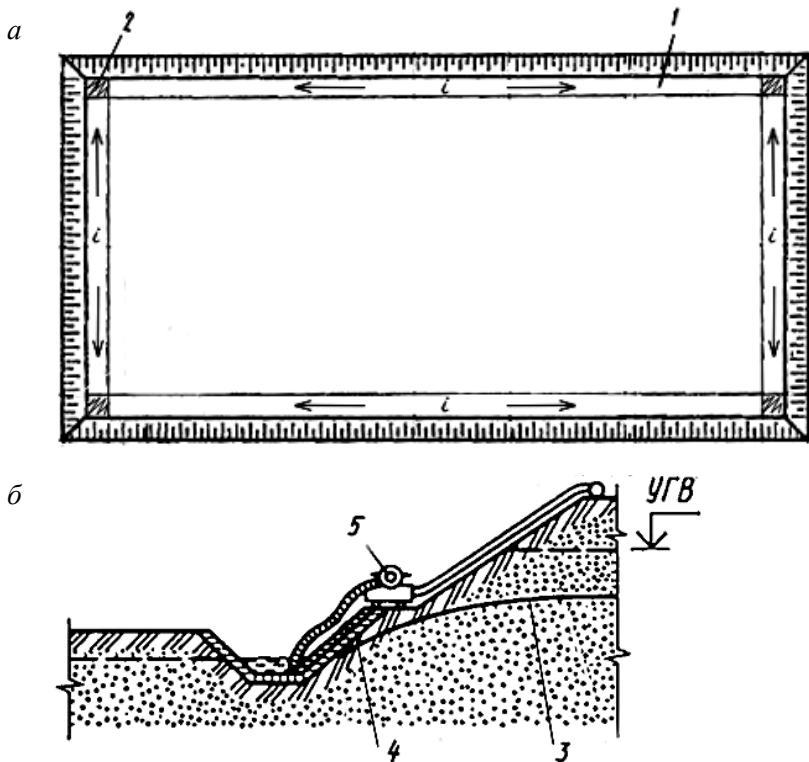


Рис. 1.4. Открытый водоотлив из котлована:

a – организация водоотлива в котловане; *б* – откачка воды из зумпфа;
 1 – дренажная канава; 2 – зумпф (водосборный приямок); 3 – пониженный уровень
 грунтовых вод; 4 – дренажный пригруз; 5 – насос

Для этого в котловане следует проектировать приямки-зумпфы и водоотводящие канавки глубиной от 0,3 до 0,5 м, расположенные по периметру котлована с уклоном от 0,01 до 0,02 в сторону приямков. Зумпфы следует устраивать не ближе 1 м от граней фундамента. По мере разработки котлована зумпфы необходимо постепенно заглублять вместе с канавками.

Зумпфы заглубляют не менее чем на 0,7–1 м, и уровень воды в них поддерживается на 0,3–0,5 м ниже дна вырытого котлована. Вместимость зумпфов должна обеспечивать объем притока воды к ним не менее чем в течение пяти минут.

Для обеспечения устойчивости откосов фильтрующих траншей и дна котлована их следует пригружать слоем песчано-гравийного материала, толщина которого определена в проектной документации.

Открытый водоотлив является технологически простым способом предотвращения попадания грунтовых вод в выемки на период выполнения в них строительных работ. Однако грунтовые воды, фильтрующие через дно выемок, разжижают грунт и выносят из него на поверхность мелкие частицы. Явление такого вымывания и выноса мелких частиц называют *суффозией грунта*. В результате суффозии несущая способность грунта в основаниях может снизиться. Поэтому при возведении высотных зданий и сооружений рекомендуется, как правило, применять глубинное водопонижение, исключая просачивание воды через дно котлованов.

Глубинное водопонижение. Для глубинного водопонижения подземных вод разработан ряд эффективных способов, основными из которых являются иглофильтровый, вакуумный и электроосмотический.

Способы водопонижения назначают в зависимости от инженерно-геологических условий строительной площадки (особенностей напластований и свойства грунтов), уровня подземных вод, особенностей и размеров объекта строительства, технических возможностей технологического оборудования строительной организации и экономической целесообразности.

Иглофильтровый способ понижения подземных вод рекомендуется применять в песчаных и супесчаных водонасыщенных грунтах с коэффициентом фильтрации K_f от 0,1 до 20 м/сут. Иглофильтровые установки откачивают воду из вертикальных скважин. Скважины устраиваются по контуру осушаемой выемки и располагаются с шагом 1,5 – 2 м. Глубина погружения иглофильтров должна быть ниже проектной отметки дна выемки на 1–2 м. Одним из основных средств водопонижения на глубину до 4–5 м являются вакуумные легкие иглофильтровые установки (ЛИУ). Водопонижение на большую глубину обеспечивается многоярусным расположением установок ЛИУ или установками с эжекторными иглофильтрами.

Иглофильтровый способ искусственного понижения подземных вод реализуется с использованием иглофильтровых установок, состоящих из стальных труб с фильтрующим звеном в нижней части, водосборного коллектора и самовсасывающего вихревого насоса с электродвигателем (рис. 1.5, а). Фильтрующее звено состоит из

наружной перфорированной и внутренней глухой труб. Внутри наконечника наружной трубы установлен шаровой клапан, плотно прилегающий в торце внутренней трубы за счет вакуума, создаваемого насосом при отсасывании воды из иглофильтра.

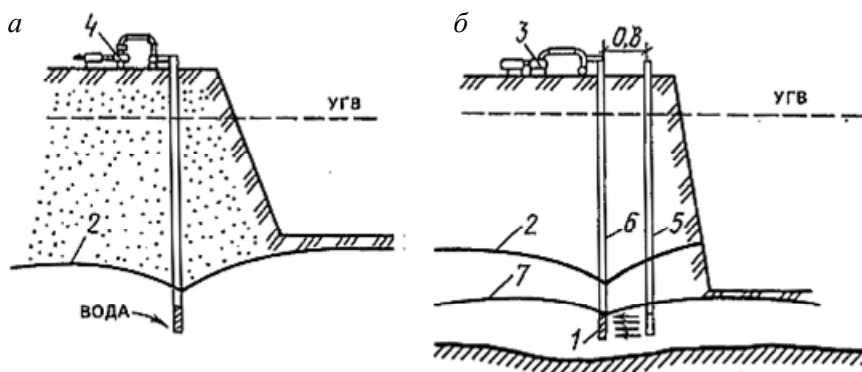


Рис. 1.5. Схемы иглофильтровых установок:

- а* – с вакуумным; *б* – электроосмотическим водопонижением;
 1 – фильтровое звено; 2 – депрессионная кривая после понижения иглофильтром;
 3 – центробежный насос; 4 – вакуум-насос; 5 – стальная труба (анод);
 6 – иглофильтр (катод); 7 – депрессионная кривая после электроосушения

Иглофильтры погружают в грунт гидравлическим способом (подмывом) или в предварительно пробуренные скважины. В песчаные грунты иглофильтры можно погружать, используя отбойный молоток. В первом случае клапан открывается под напором воды, подаваемой в фильтровое звено от насоса, и погружение иглофильтра происходит под собственной тяжестью при интенсивном размыве грунта впереди фильтрового звена. Размытый грунт поднимается по затрубному пространству на поверхность. Заглубление иглофильтра в грунт зависит от требуемой величины понижения уровня подземных вод. Оно обеспечивается применением надфильтровых труб. Общая длина иглофильтровой установки, состоящей из фильтра и надфильтровых труб к ней, достигает 8,5 м. Наибольшее понижение уровня подземных вод одним ярусом иглофильтровой установки может быть достигнуто при ее длине около 5 м.

При большей глубине понижения применяют схему двухъярусной установки иглофильтров (рис. 1.6).

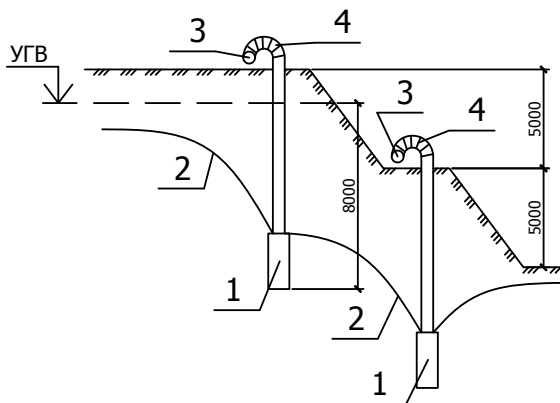


Рис. 1.6. Схема понижения уровня подземных вод при двухъярусном расположении иглофильтров:

1 – фильтровое звено; 2 – депрессионная кривая после понижения иглофильтром; 3 – кольцевой коллектор; 4 – соединительный патрубок (гофрированная труба)

Эффективность применения иглофильтровых установок в грунтах с коэффициентом фильтрации менее $0,05$ м/сут можно повысить за счет применения *электроосмотического способа понижения* подземных вод. Суть способа заключается в следующем.

На расстоянии $0,5$ – 1 м от иглофильтра в сторону котлована в грунт погружают стальные трубы или стержни (рис. 1.5, б). Иглофильтры подключают к отрицательному (катод), а трубы или стержни – к положительному полюсу источника постоянного тока (анод). Электроды размещают друг относительно друга в шахматном порядке. Шаг, или расстояние анодов и катодов в своем ряду, одинаков – около $0,75$ – $1,5$ м. Аноды и катоды погружают на одну и ту же глубину. В качестве источника электропитания применяют сварочные агрегаты или передвижные преобразователи. Мощность генератора постоянного тока определяют, исходя из того, что на 1 м² площади электроосмотической завесы необходима сила тока $0,5$ – 1 А, напряжение 30 – 60 В.

Под действием электрического поля вода, содержащаяся в порах грунта, перемещается в сторону иглофильтров. За счет движения этой воды коэффициент фильтрации грунта увеличивается в 5 – 25 раз.

Для понижения уровня грунтовых вод в мелкозернистых грунтах (пылеватые пески, супеси, илстые и лёссовые грунты) с коэффи-

циентом фильтрации 0,02–1 м/сут рекомендуется применять *вакуумные водопонизительные установки с эжекторными иглофильтрами* (рис. 1.7).

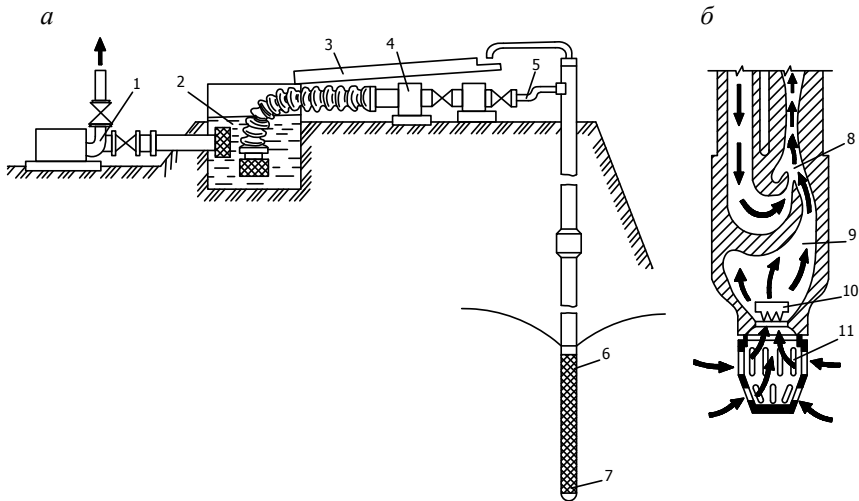


Рис. 1.7. Схема вакуумной установки:

- а* – вакуумная установка; *б* – схема действия эжекторного иглофильтра;
- 1 – центробежный насос низкого давления; 2 – циркуляционный резервуар;
- 3 – сборный лоток; 4 – напорный насос; 5 – напорный рукав; 6 – эжекторный иглофильтр; 7 – напорная вода; 8 – сопло; 9 – всасывающая вода;
- 10 – обратный клапан; 11 – фильтровая сетка

При работе водопонизительных установок вакуум возникает в зоне эжекторного иглофильтра.

Фильтровое звено эжекторного иглофильтра устроено по принципу легкого иглофильтра. Надфильтровое звено установки состоит из наружной и внутренней труб с эжекторной насадкой. Для создания вакуума между внутренней и наружной трубами под давлением 750–800 кПа подают рабочую воду. Через эжекторную насадку она устремляется вверх по внутренней трубе; в результате резкого изменения скорости движения рабочей воды в насадке создается разрежение. Это обеспечивает забор грунтовой воды. Грунтовая вода смешивается с рабочей водой и направляется в циркуляционный бак. Из циркуляционного бака избыток воды (за счет поступления грунтовой) откачивается низконапорным насосом или сливается самотеком.

Наиболее эффективны водопонижительные установки с эжекторными иглофильтрами марки ЭИ-2,5'', ЭИ-4'' и ЭИ-6''. Они позволяют создать понижение уровня грунтовых вод на глубине 18 м и более в рыхлых слабопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации 0,01–10 м/сут.

1.3. Искусственное закрепление грунтов

Сегодня, как правило, под новое строительство отводятся участки, которые ранее не застраивались из-за того, что основанием под фундаменты являются слабые сильносжимаемые и малопрочные грунты. Для улучшения их эксплуатационных характеристик рекомендуется применять искусственное закрепление грунтов. Наиболее эффективными являются *физический и химический методы искусственного закрепления грунтов*.

Физический метод включает:

термическое закрепление грунта;
цементацию грунта.

Термическое закрепление применяют для лессовых грунтов. Оно реализуется в результате обжига раскаленными газами, нагнетаемыми через скважину в поры грунта. Газы образуются при сжигании жидкого или газообразного топлива, подаваемого в толщу грунта вместе с воздухом через жаропрочные трубы в заранее пробуренную скважину. Расход сжатого воздуха и топлива в процессе обжига должен регулироваться в пределах, обеспечивающих максимальную температуру газов, не вызывающих оплавление грунтов в стенках скважин. Образование массива следует считать законченным, если установленные в расчетном контуре термодатчики зафиксировали достижение заданной расчетной температуры, но не менее 350 °С. Бурение скважин для обжига грунтов следует производить в режиме, исключающем уплотнение грунтов в стенках скважин от бурового инструмента.

Электрическим способом закрепляют влажные глинистые грунты: используется эффект электроосмоса, для чего через грунт пропускают постоянный электрический ток с напряженностью поля 0,5–1 В/см и плотностью 1–5 А/м. При этом глина осушается, сильно уплотняется и теряет способность к пучению.

Цементация грунта заключается в том, что частицы грунта скрепляются цементным раствором, который нагнетается через инъекторы или скважины в поры грунта. Таким образом, пористый грунт может быть превращен в сплошной монолит или отдельные столбы из цементированных грунтов. Цементацию применяют для закрепления трещиноватых скальных пород, гравелистых и песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации 50–200 м/сут.

Для нагнетания в грунт используют цементные растворы, при наличии крупных пустот – цементно-песчаные растворы. Состав цементных растворов принимают в зависимости от удельного водопоглощения грунта.

Цементацию крупнообломочных грунтов и гравелистых песков следует производить под пригрузкой, в качестве которой используются залегающие над областью инъекции грунты или специально уложенные бетонные плиты, которые по весу и прочностным свойствам должны не допустить выход реагентов на поверхность.

Нагнетание раствора **через предварительно пробуренные скважины** следует производить до отказа.

За отказ при цементации грунтов следует принимать:

поглощение скважиной расчетного количества раствора при давлении нагнетания, не превышающем проектное;

снижение расхода раствора до 5–10 л/мин на скважину с одновременным повышением давления нагнетания выше проектного, если величина расхода при «отказе» особо не оговорена в проектной документации.

Цементационные работы следует производить способом последовательного сближения скважин с максимальных расстояний, при которых гидравлическая связь между ними за счет нагнетания практически отсутствует.

При нагнетании раствора **через инъекторы** необходимо руководствоваться следующим порядком производства работ:

в неоднородных по проницаемости грунтах слой с большей проницаемостью следует закреплять с первую очередь;

в последовательном порядке инъекционных работ по точкам инъекции в плане и по заходкам в глубину не должно допускаться, чтобы ранее закрепленные заходки затрудняли погружение инъекторов для более поздних инъекций;

при закреплении водоносных песчаных грунтов необходимо, чтобы последовательность инъекционных работ обеспечивала полное и надежное вытеснение подземных вод нагнетаемыми растворами. Защемление подземных вод в закрепленном массиве не допускается.

Химические методы закрепления слабых сильносжимаемых водонасыщенных глинистых и биогенных грунтов – это *применение однорастворной, двухрастворной, газовой силикатизации и цементации (глинизация, закрепление известью, цементом).*

По экологическим требованиям не рекомендуется применять электрохимические методы закрепления грунтов смолизацией синтетическими смолами, битумизацией и инъекцией растворами хлористого кальция или солей многовалентных металлов в сочетании с электроосмосом. Применение этих методов возможно только при наличии специального обоснования.

Силикатизация является одним из наиболее эффективных способов химического закрепления грунтов. Она позволяет в короткие сроки, надежно и с меньшими трудовыми затратами приостановить развитие недопустимых осадков основания. Основным материалом для силикатизации – жидкое стекло.

В зависимости от физико-механического состояния грунтов применяется одно- и двухрастворная силикатизация грунтов.

Двухрастворная силикатизация грунтов заключается в последовательном нагнетании в грунт сначала водного раствора силиката натрия Na_2SiO_3 , а затем хлористого кальция CaCl_2 . Растворы вступают в реакцию и образуют гель кремниевой кислоты, который обволакивает зерна грунта и, твердея, связывает их в монолит. Этот способ применяют в достаточно хорошо дренирующих грунтах (коэффициент фильтрации > 2 м/сут). При этом прочность грунта достигает 1,5–3 МПа.

Однорастворная силикатизация грунтов (смесь силиката натрия и отвердителя) применяют для слабодренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут. Прочность закрепленного грунта составляет 0,3–0,6 МПа.

При химическом закреплении основания растворы нагнетают в грунт через стальные перфорированные в рабочей части трубы – инъекторы (рис. 1.8).

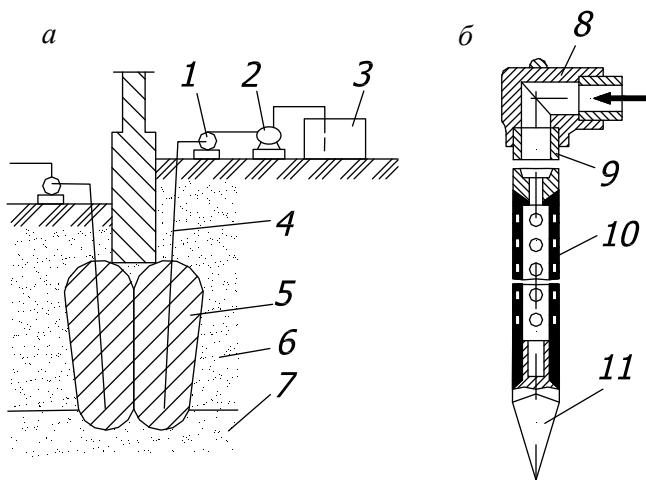


Рис. 1.8. Схема установки для химического закрепления грунтов:

a – установка; *б* – иньектор;

1 – распределительный напорный коллектор; 2 – насос; 3 – емкость для раствора; 4 – иньектор; 5 – массив закрепляемого грунта; 6 – слабый грунт; 7 – прочный подстилающий грунт; 8 – наголовник; 9 – глухие звенья; 10 – перфорированное звено (с отверстиями 1–3 мм); 11 – наконечник

Электросиликатизация грунтов основана на введении в грунт под давлением раствора жидкого стекла с одновременным воздействием электрического тока.

Электросиликатизация предназначена для закрепления переувлажненных мелкозернистых песков и супесей с коэффициентом фильтрации 0,005–0,2 м/сут. Она основана на сочетании двух методов воздействия на грунт – силикатизации и электрической обработки. Для электросиликатизации грунтов в грунт забивают электроды-иньекторы. Крайние иньекторы являются катодами, центральный иньектор – нейтральный, остальные два служат анодами. Раствор нагнетается во все иньекторы, кроме крайних, что увеличивает нагнетание раствора в грунт в 4–25 раз. При этом прочность грунта возрастает до 0,5–1,5 МПа. Электросиликатизацию рекомендуется применять для закрепления слабых грунтов.

Газовая силикатизация основана на применении силиката натрия углекислого газа в качестве отвердителя. Существует два варианта этого способа: без предварительного и с предварительной обработкой

песчаного грунта углекислым газом. В первом случае закрепление грунтов ведется по схеме «грунт + раствор силиката натрия + CO_2 »; во втором – CO_2 + грунт + раствор силиката натрия + CO_2 .

Последний вариант более эффективен, так как дает довольно высокую прочность (до 2 МПа) и в 150–500 раз снижает водопроницаемость грунта.

Газовая силикатизация позволяет закреплять песчаные грунты с различной степенью влажности (имеют коэффициент фильтрации 0,1–0,2 м/сут), а также лессовые грунты.

Газовая силикатизация выполняется по следующей технологии. Вначале через погруженные в грунт инъекторы или специально оборудованные скважины подается раствор силиката натрия. Затем туда же нагнетается под небольшим давлением (0,05–0,2 МПа) углекислый газ в количестве 2–3 кг/м³. С помощью углекислого газа осуществляется перемещение неотвержденной части силикатного раствора в незакрепленный грунт, что позволяет при обычных расходах силикатного раствора увеличить объем закрепленного грунта почти в 2 раза.

Эффективный способ укрепления основания – *растворы на основе расширяющегося цемента*. В грунте бурят скважины диаметром 10 см. Скважины размещают друг от друга на 3–4 диаметра свай и заполняют раствором состава, состоящего из 50 % цемента, 25 % песка и 25 % негашеной извести. В результате твердения раствора существенно увеличивается его объем, что приводит к развитию давления и вследствие этого – уплотнению грунта стенок скважин.

Для глубинного уплотнения водонасыщенных лессовых грунтов эффективно применять *грунтовые сваи*. Суть грунтовых свай заключается в следующем.

В предварительно пробуренных скважинах размещают сухую смесь из негашеной извести и песка. При гашении извести в скважине происходит трехкратное увеличение ее объема. Развивающееся при этом давление придает частицам песка эффект «трамбовки» за счет чего и происходит уплотнение стенок скважин.

1.4. Технология устройства котлованов

Современная разработка грунта при устройстве котлованов – полностью механизированный технологический процесс. Ведущей

машиной при разработке грунта в котлованах являются одноковшовые гидравлические экскаваторы цикличного действия с навесным оборудованием «обратная лопата».

Как показывает практика, при устройстве котлованов под ленточные фундаменты предпочтение, как правило, отдается следующим организационно-технологическим схемам.

Первая схема включает следующий комплект землеройных машин: *одноковшовый экскаватор, бульдозер, автосамосвалы.*

Вторая схема – одноковшовый экскаватор, автосамосвалы, тракторы с прицепом, снабженным системой автоматической разгрузки.

Учитывая, что при устройстве ленточных фундаментов основное требование – сохранить природную структуру грунта основания под подошвой фундаментов, для уменьшения объемов ручных работ (срезка слоя недобора грунта) по подготовке основания под монтируемые элементы фундаментов в качестве ведущей машины землеройно-транспортного комплекса **рекомендуется использовать одноковшовый экскаватор, оборудованный навесным оборудованием «обратная лопата».**

Экскаватор «обратная лопата» предназначается для разработки котлованов, расположенных ниже уровня его стоянки. Транспортные средства под погрузку грунта располагаются на одной отметке с экскаватором, что позволяет существенно снизить трудоемкость механизированных земляных работ (не надо устраивать съезд в котлован), и ручных земляных работ за счет уменьшения толщины слоя недобора.

Проанализируем основные организационно-технологические схемы, чтобы определить области их эффективного применения при разработке котлованов под ленточные фундаменты.

По первой схеме земляные работы по разработке грунта в котловане выполняются в следующей технологической последовательности.

В этом землеройно-транспортном комплексе одноковшовый экскаватор является ведущей машиной. Он разрабатывает грунт, подлежащий вывозу, – с погрузкой в транспортное средство, а грунт, предназначенный к использованию для обратной засыпки пазух и подсыпки под полы, – «на вымет». Грунт, разрабатываемый на вымет, складывается на бровке с обеспечением устойчивости стенок котлована, то есть вне бермы обрушения. Затем соскладированный грунт бульдозером перемещают к месту временного складирования на строительной площадке.

Анализ применения данного организационно-технологического решения производства земляных работ при отрывке котлованов показывает, что в связи с небольшим объемом грунта, необходимым для обратной засыпки, эффективность использования бульдозера в течение рабочей смены в рассматриваемом землеройно-транспортном комплексе будет крайне низка. Учитывая значительные производственные затраты (транспортирование бульдозера трейлером на стройплощадку и обратно; стоимость машино-смены и др.), дополнительные меры по обеспечению безопасных условий труда на строительной площадке при одновременной работе двух землеройно-транспортных машин и автотранспорта (транспортирование грунта со стройплощадки), можно сделать вывод: эффективность использования бульдозера при такой схеме организации работ крайне низка.

Участие бульдозера в землеройно-транспортном комплексе существенно усложняет работу экскаваторщика, так как требует постоянного изменения схем разгрузки ковша: то выгрузка в транспортное средство, то работа на вымет.

Производство земляных работ по **второй схеме** рекомендуется организовать следующим образом.

После выполненных расчетов объемов земляных масс при разработке котлована далее рекомендуется разгружать объем грунта, предназначенный к использованию для обратной засыпки пазух и подсыпки под полы, в тракторы с прицепом, снабженным системой автоматической разгрузки, и транспортировать к месту складирования на строительной площадке. Такая организация работ позволит сохранить временные дороги на строительной площадке в хорошем техническом состоянии на весь период работы тракторов. Кроме того, экскаваторщик подготовится к более интенсивной работе при работе с автосамосвалами.

Очевидно, что такая схема организации производства работ при разработке котлованов позволяет существенно увеличить производительность работы экскаватора.

Как показывает практика, при разработке котлованов глубиной до 4 м под ленточные фундаменты наиболее эффективно применять одноковшовые экскаваторы (обратная лопата с гидравлическим приводом). Отрывку котлованов рекомендуется выполнять торцовым или боковым забоем (рис. 1.9, 1.10).

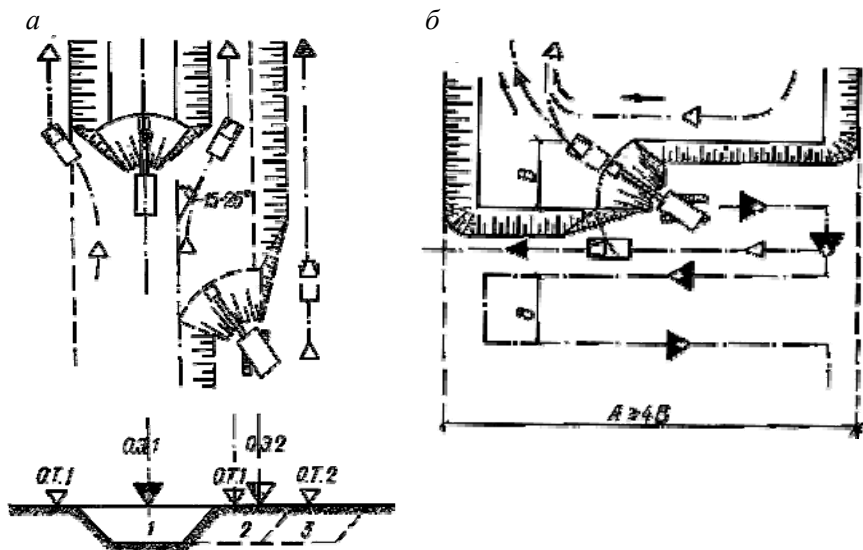


Рис. 1.9. Схемы проходок экскаватора «обратная лопата»:
a – при торцовой проходке и последующих боковых проходках;
б – при поперечных проходках;
O.Э.1, O.Э.2 – стоянки экскаватора; *O.Т.1, O.Т.2* – стоянки транспорта;
1–3 – последовательность проходок экскаватора

Траншею можно расширять параллельными боковыми забоями (см. рис. 1.9). Боковой забой образуется при разработке грунта по одну сторону от оси движения экскаватора. При боковом и торцовом забоях автосамосвалы подходят по оси движения, параллельной оси движения экскаватора, но навстречу ему, а при торцовом забое их устанавливают под загрузку под углом $15\text{--}25^\circ$ к оси движения экскаватора.

Экскаватор «обратная лопата» «на себя» при разработке грунта торцовым забоем движется по отрываемой оси котлована и попеременно разрабатывает то одну, то другую его сторону в зависимости от того, с какой стороны подходит очередной автомобиль. В торцовом забое средний угол поворота машины составляет $70\text{--}90^\circ$ (рис. 1.10).

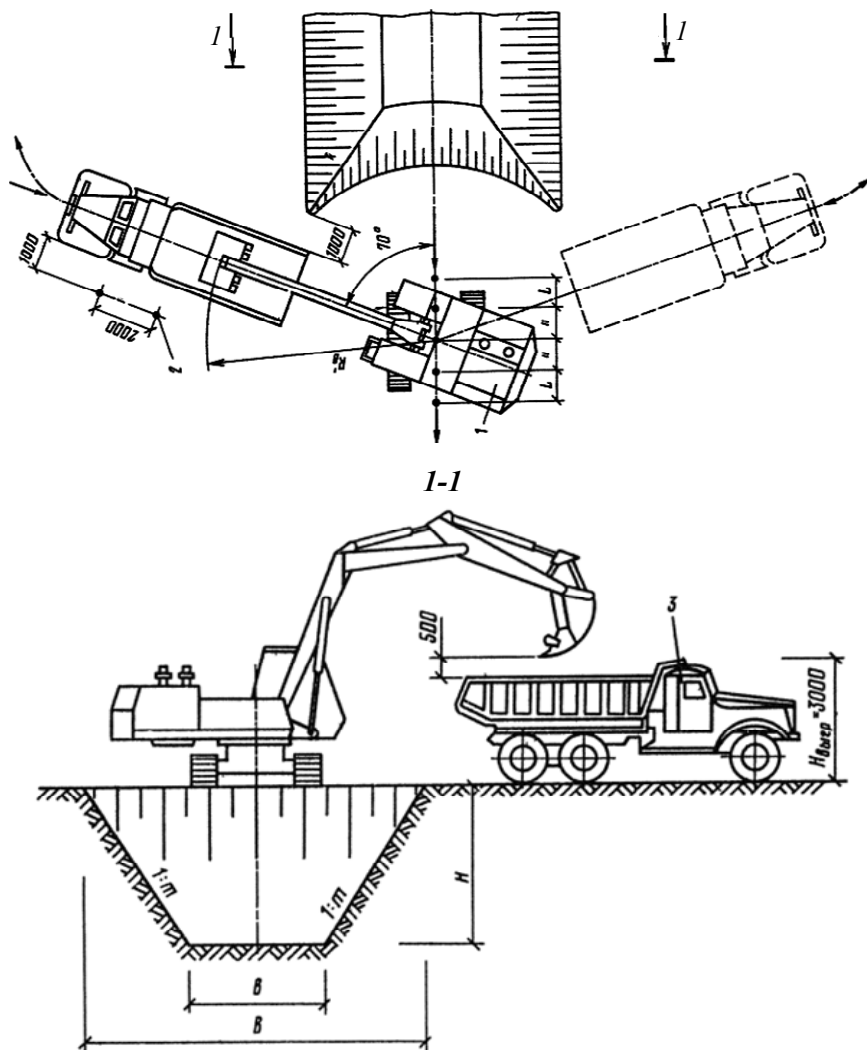


Рис. 1.10. Схема разработки выемок торцовым забоем экскаватором «обратная лопата» с погрузкой грунта в автотранспорт:
 1 – экскаватор обратная лопата; 2 – вешки; 3 – автомобиль-самосвал

Автосамосвалы для транспортирования грунта из разрабатываемых котлованов. Согласно предлагаемой организационно-технологической схеме производства работ по первой и второй

схемам при отрывке котлованов одноковшовыми экскаваторами «обратная лопата», одной из основных машин, входящих в землеройно-транспортный комплекс, являются самосвалы.

С учетом сложившейся практики при выборе машин (марок автосамосвалов) для транспортировки грунта при разработке котлованов рекомендуется руководствоваться следующими критериями:

дальность перевозки грунта;

вместимость ковша экскаватора.

Рекомендации по рациональному выбору автосамосвалов для транспортирования грунта при разработке котлованов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Выбор рациональной грузоподъемности автосамосвалов, т

Дальность перевозки грунта, км	Вместимость ковша экскаватора, м ³					
	0,4	0,65	1	1,25	1,6	2,5
0,5	4,5	4,5	7	7	10	–
1	7	7	10	10	10	–
1,5	7	7	10	10	12	18
2	7	10	10	12	18	18
3	7	10	12	12	18	27
4	10	10	12	18	18	27
5	10	10	12	18	18	27

Учитывая существующие ограничения максимально допустимой общей массы транспортных средств при их передвижении по дорогам общего пользования, рекомендуется применять следующие транспортные средства: МАЗ-4570 – грузоподъемность 3,3 т; МАЗ-5551 (5,5 т); КрАЗ-6510 (8,0 т); МАЗ-5516 (10,5 т).

1.5. Монтаж ленточных фундаментов

После завершения работ по разработке грунта и приемки акта комиссией выполняют работы по переноске и закреплению осей фундаментных плит (блоков) на дне котлована.

Перенос и закрепление осей здания на дне котлована происходит в следующей последовательности.

Вначале переносят и закрепляют на дне котлована пересечения осей здания. Для этого к шурупам-саморезам, закрепленным в верхнюю грань доски обноски, в створе с нанесенной разбивочной риской, крепят и натягивают осевые струны 5 (стальную проволоку, прочный капроновый шнур) и с помощью отвеса 8 переносят точки их пересечения 3 на дно котлована (рис. 1.11). От этих точек отмеряют проектные размеры опорной части фундамента и закрепляют их металлическими штырями 6 так, чтобы натянутый между ними шнур-причалка 7 находился на 2–3 мм дальше боковой грани ленточного фундамента. Штыри устанавливают с шагом 6–12 м.

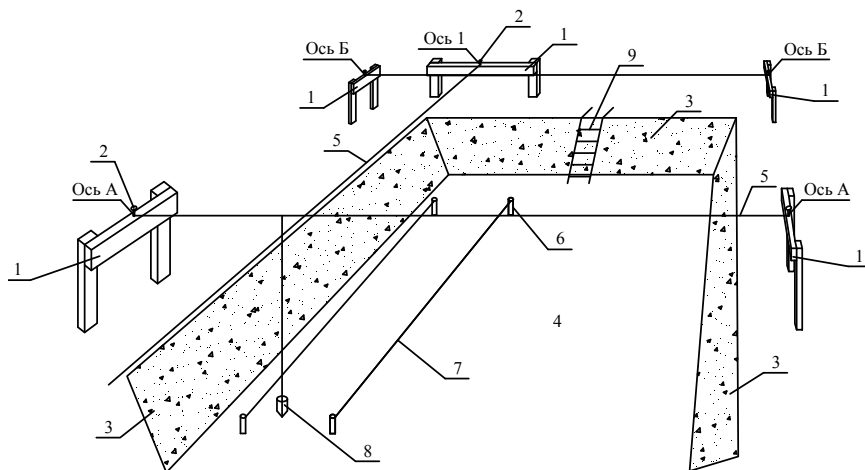


Рис. 1.11. Технологическая схема последовательности переноса и закрепления осей здания на дне котлована:

- 1 – остроганная доска обноски; 2 – саморез для закрепления осевой струны;
 3 – откосы котлована; 4 – дно котлована; 5 – осевая струна (стальная проволока);
 6 – металлические штыри для крепления шнура-причалки; 7 – шнур-причалка;
 8 – отвес; 9 – лестница-трап для спуска в котлован

Следующим этапом является *подготовка основания под фундаментные блоки*. Согласно ТКП 45-5.03-130-2009 фундаментные блоки следует устанавливать на выровненный до проектной отметки слой песка.

Как правило, при песчаных грунтах фундаментные блоки укладывают непосредственно на выровненное основание, при других грунтах – на песчаную подушку толщиной 10 см. Под подошвой

фундаментов нельзя оставлять насыпной или разрыхленный грунт, его необходимо удалить и вместо него засыпать песок или щебень. Углубления в грунтовом основании более 10 см заполняют монолитным бетоном. Ширину и длину песчаного основания делают на 20–30 см больше размеров фундамента, чтобы блоки не свисали с песчаной подушки.

Проверка горизонтальности основания выполняется следующим образом. В начале и конце монтируемого участка фундамента устанавливают контрольные (неподвижные) визирки 1. Их верх должен быть выше отметки основания на длину проверочной (переносной) визирки 2. Уровень контрольных визирок проверяют ежедневно нивелиром. Между контрольными визирками забивают в грунт колышки 3 на такую глубину, чтобы поставленная на них ходовая проверочная визирка 2 находилась в одной горизонтальной плоскости с контрольными визирками 1. Один монтажник отходит на несколько метров за одну из контрольных визирок, просматривает горизонт и дает указания монтажнику о глубине забивки колышков. Верх установленных таким образом колышков будет соответствовать отметке основания. Затем, положив на забитый колышек правило с уровнем, монтажники проверяют горизонтальность основания и выравнивают его, добавляя или срезая слой песка.

Планировка основания выполняется так, чтобы правило, прикладываемое в различных направлениях, плотно прилегало к основанию. Предельное отклонение ее отметки от проектной не должно быть более минус 15 мм.

Схема проверки горизонтальности основания под фундаменты дана на рис. 1.12.

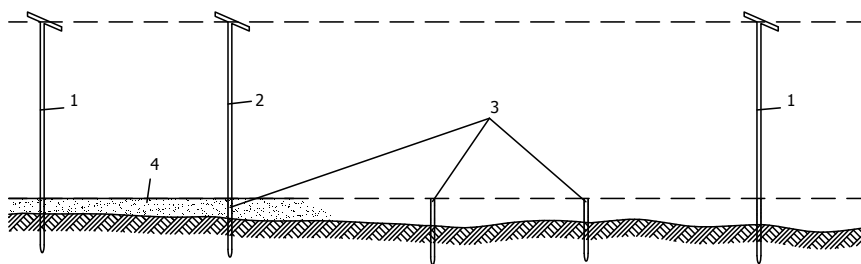


Рис. 1.12. Схема проверки горизонтальности основания под фундаментами:
1 – неподвижные визирки; 2 – ходовая визирка; 3 – колышки;
4 – песчаное основание

До начала установки на верхних обрезах фундаментных плит и блоков и у их оснований наносят несмываемой краской риски, которые будут фиксировать проектное положение осей плит и блоков. Опорные поверхности плит и блоков очищают от загрязнения.

Установка фундаментных плит и блоков ведется с помощью крана звеном монтажников в составе: 4-го разряда – 1, 3-го разряда – 1, 2-го разряда – 1; машинист крана 6-го разряда – 1.

При разработке ППР на устройство сборных фундаментов рекомендуется выполнять монтажные работы краном, который задействуется при возведении надземной части возводимого объекта.

Работы начинаются с монтажа маячных плит и блоков в углах здания и на пересечении осей (рис. 1.13). Маячные блоки устанавливают, совмещая их осевые риски с рисками разбивочных осей, по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

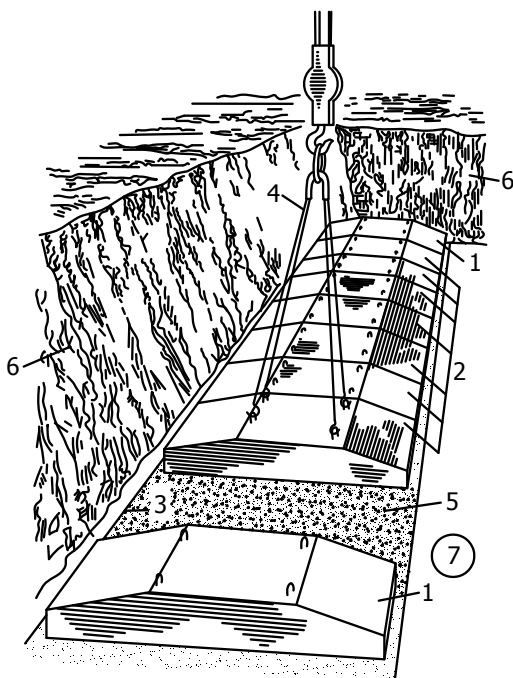


Рис. 1.13. Монтаж фундаментных плит:

1 – маячные плиты; 2 – рядовые плиты; 3 – шнур-причалка; 4 – четырехветевой строп; 5 – песчанное основание; 6 – откосы котлована; 7 – дно котлована

Рекомендуется следующая технологическая последовательность выполнения работ при монтаже маячных блоков.

Монтируемый элемент стропуют за четыре петли четырехветвевым стропом. Поворотом стрелы крана блок перемещают к месту укладки, наводят и опускают на основание. Незначительные отклонения от проектного положения устраняют, перемещая блок монтажным ломом при натянутых стропях. При этом поверхность основания не должна быть нарушена. Если блок уложен с отклонениями (в плане или по высоте), превышающими допустимые, его поднимают краном, отводят в сторону, заново выравнивают основание и укладывают на основание. Растроповку монтируемого элемента выполняют только после того, как он займет проектное положение в плане и по высоте.

Точность монтажа маячных фундаментных плит и блоков контролируют в плане с помощью теодолита, а по высоте – нивелиром.

После завершения выверки положения смонтированных маячных блоков натягивают шнур-причалку и монтируют рядовые блоки. Технология их монтажа аналогична технологии маячных блоков. Отличие заключается только в контроле высотных отметок. Для этого используют правило и уровень.

Технологическая схема производства работ по монтажу фундаментных плит дана на рис. 1.13.

По окончании монтажа фундаментных блоков здания с помощью нивелира определяют их фактические высотные отметки и наносят осевые риски в местах пересечения осей и по углам здания. По результатам съемки составляют исполнительную схему, на которой указывают фактическое положение блоков в плане и по высоте.

Монтаж блоков стен. Блоки стен начинают устанавливать в проектное положение после проверки положения уложенных фундаментных блоков и устройства гидроизоляции. В качестве гидроизоляции рекомендуется применять слой цементного раствора толщиной 20–30 мм, который расстилают по очищенной поверхности фундаментов. Одновременно он служит выравнивающим слоем.

Перед началом установки стеновых блоков на смонтированных фундаментах наносят риски, соответствующие основным и межсекционным осям здания и границам стен. Разметку выполняют с помощью геодезических приборов и проволочных осей обноски такими же приемами, как при разметке фундаментов. Далее на фунда-

ментах размечают положение стеновых блоков первого (от фундаментов) ряда, отмечая места вертикальных швов. Минимальный размер перевязки блоков в смежных рядах должен быть указан в проектной документации; при отсутствии соответствующих указаний в проектной документации – не менее ширины блока.

Монтаж начинают с установки маячных блоков в углах и местах пересечения стен на расстоянии 20–30 м друг от друга.

Установка стеновых блоков выполняется в следующей технологической последовательности.

Один монтажник (М1) лопатой расстиляет раствор по опорной поверхности блока, второй монтажник разравнивает его слоем толщиной 20–30 мм. Полосы раствора должна отстоять от граней блока на 30–40 мм. Затем краном подается монтируемый элемент. Два монтажника (М2 и М3) принимают его на высоте примерно 30 см над ранее смонтированными. Его разворачивают, и по команде монтажника высшего разряда (бригадира) машинист крана плавно опускает блок на высоту 10–15 см от опорной поверхности. Монтажники ломом рихтуют блок по рискам, устанавливая его в проектное положение. После этого машинист опускает блок на опорную поверхность.

В правильности установки маячных блоков по осям удостоверяются по осевым рискам, а по высоте – по визиркам. Блоки наружных стен, устанавливаемые ниже уровня грунта, необходимо выравнивать по внутренней поверхности стены, а устанавливаемые выше – по наружной.

Если блок установлен неправильно, его снова поднимают, очищают нижнюю грань от раствора и восстанавливают растворную постель, добавляя раствор у той стороны постели, в которую наклонился блок. При подготовке постели поверхность блоков очищают от мусора и смачивают водой; раствор подают и разравнивают лопатой. Лучшее качество постели получается, когда раствор разравнивают рейкой по рамке, что обеспечивает горизонтальность постели и фиксирует ее толщину.

Установив маячные блоки, натягивают на уровне их верха и на расстоянии 2–3 мм от боковой грани шнур-причалку, закрепляют ее скобами. Рядовые блоки устанавливают на растворе по шнуру-причалке, ориентируя низ по обрезу блоков нижнего ряда, верх – по разбивочной оси.

Чтобы не прижать руки при монтаже, опуская блок на место, его направляют, придерживая за стропы или верхнее боковое ребро. Положение рядовых блоков контролируют по шнуру-причалке и отвесу, визируванием на ранее установленные блоки и по разметочным рискам на фундаментах.

Если блок занял неправильное положение, его смещают монтажными ломом в нужном направлении. Если блок установлен правильно, монтажники расстроповывают его, кельмой срезают излишки раствора, выступившего из горизонтального шва, и укладывают его в колодец стыка блоков. Лопатой добавляют раствор встык блоков и уплотняют его. Для перемещения блоков по растворной постели пользуются монтажным ломом. Последующие ряды блоков монтируют в той же последовательности, размечая раскладку блоков на нижележащем ряду.

Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть заполнены раствором и расшиты с двух сторон. Монтаж блоков выполняется на цементно-песчаном растворе в швах, вертикальные шпонки между торцами блоков замоноличиваются бетоном. Марка раствора и класс бетона принимаются согласно проектной документации. До отметки 1,2 м монтаж блоков ведется с земли, а выше – с инвентарных подмостей. Монтаж фундаментных стеновых блоков дан на рис. 1.14.

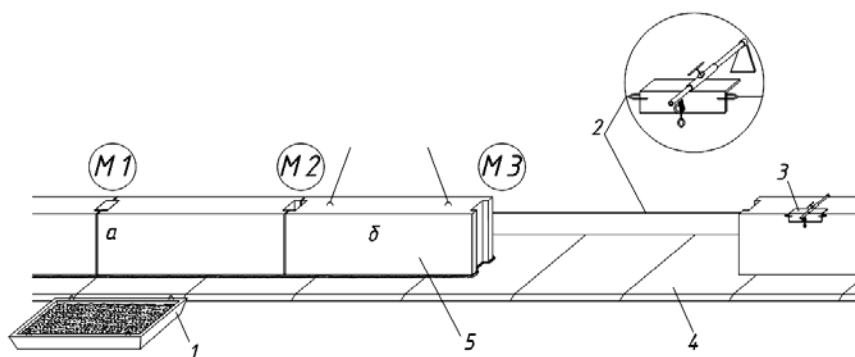


Рис. 1.14. Технологическая схема монтажа фундаментных стеновых блоков:
а – заделка вертикальных швов; *б* – рихтовка блока при установке;
1 – ящик с раствором; *2* – шнур-причалка; *3* – скоба для закрепления
 шнура-причалки; *4* – фундаментная плита; *5* – растворная постель;
М1, М2, М3 – монтажники

1.6. Обратная засыпка пазух грунтом и его уплотнение

После завершения работ по устройству гидроизоляции фундаментов приступают к выполнению работ по обратной засыпке пазух грунтом и его уплотнению.

При разработке ППР на обратную засыпку пазух грунтом и его уплотнение необходимо руководствоваться следующим. Для обеспечения сохранения проектного положения блоков стен фундаментов (то есть их смещения от оси) работы по обратной засыпке пазух и его уплотнение следует производить после устройства перекрытия над подвалами; в зданиях без подвала подача грунта в пазухи и его уплотнение должны выполняться попеременно, одинаковыми по толщине слоями – то у наружной, то у внутренней грани блоков стен фундамента.

Не допускается оставлять пазухи открытыми более 1 месяца в глинистых грунтах и 2-х месяцев – в песчаных грунтах.

Технология производства работ. Для обеспечения сохранности гидроизоляции фундаментов и стен подвала, повышения эффективности производства работ и обеспечения безопасных условий труда рекомендуется следующая технология производства работ.

Учитывая стесненные условия (средневзвешенные размеры пазух для зданий с подвалами – около 2,0 м; без подвалов – около 0,9 м) производства работ и обеспечение сохранности гидроизоляции фундаментов и стен подвала, уплотнение грунта рекомендуется производить трамбовками электрическими марок: ИЭ-4504, ИЭ-4502, ИЭ-4505.

Для обеспечения качественной подготовки основания под устройство отмостки вокруг зданий коэффициент уплотнения грунта в пазухах должен быть 0,92–0,95. Достигнуть таких значений коэффициента уплотнения грунта можно за две-три проходки по одному слою электрической трамбовкой. Учитывая технические характеристики электрических трамбовок (толщина уплотняемого слоя для песчаного грунта составляет от 350 мм до 100 мм) при производстве работ необходимо выполнять послойное разравнивание подаваемого в пазухи грунта.

Оптимальное технологическое решение, позволяющее существенно уменьшить объем ручных операций при послойном разравнивании подаваемого в пазухи грунта, – подача грунта в пазухи порционным способом.

В связи с изложенным подачу грунта в пазухи рекомендуется осуществлять краном, используемым при монтаже фундамента, навесив на него грейферный ковш. *Доставка грунта для обратной засыпки пазух с помощью бульдозеров невозможна, так как нахождение машин, размещение отвалов грунта в пределах бермы обрушения грунта требованиями техники безопасности не допускаются.*

Технологическая схема производства работ по обратной засыпке пазух грунтом и его уплотнение приведена на рис. 1.15.

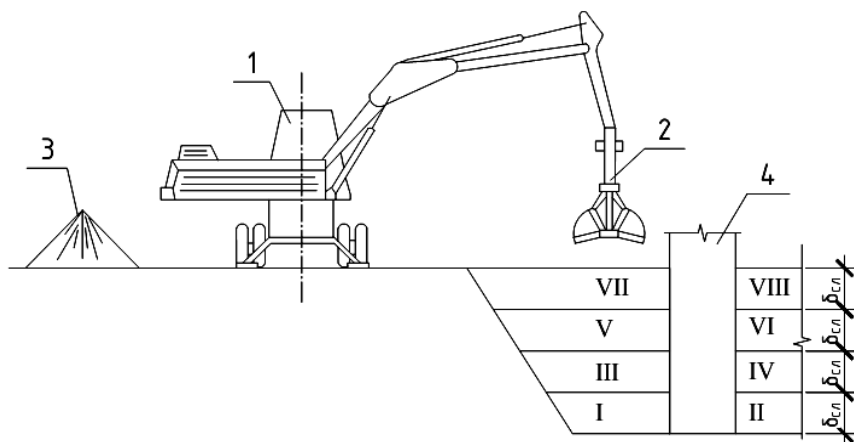


Рис. 1.15. Обратная засыпка пазух фундаментов:

- 1 – экскаватор; 2 – грейферный ковш; 3 – грунт обратной засыпки пазух;
 4 – фундамент; I–VIII – последовательность слоев обратной засыпки пазух;
 $\delta_{сл}$ – толщина слоя уплотнения

1.7. Основные факторы, влияющие на снижение эффективности возведения ленточных фундаментов

Как показывает практика, на стоимость возведения ленточных фундаментов влияют гидрологические и геологические условия строительной площадки, а именно: зафиксированная отметка уровня подземных вод и необходимость искусственного закрепления грунтов.

При возведении фундаментов зданий и сооружений существенный объем энергозатрат приходится на сохранение природной структуры грунта основания под подошвой фундамента от подземных вод.

Согласно ТКП 45-5.01-254-2010 для сохранения природной структуры грунта под подошвой фундамента от подземных вод необходимо, чтобы уровень воды находился на 0,5 м ниже проектной отметки дна котлована.

Практика строительства показывает, что технически решить данное требование можно при помощи искусственного понижения уровня подземных вод с использованием водопонижительных установок. Понижение уровня подземных вод обеспечивается путем непрерывной их откачки. Водопонижение, как правило, начинают не менее чем за месяц до непосредственного начала производства работ и заканчивают после полного завершения всех работ нулевого цикла (монтаж фундаментов, устройство гидроизоляции, обратная засыпка пазух). Таким образом, время непрерывной работы водопонижительных установок прямо зависит от фактической продолжительности возведения подземной части зданий и сооружений.

При массовом возведении жилых микрорайонов на площадках, выведенных из сельскохозяйственного оборота, водопонижение грунтовых вод осуществлялось за счет применения легких иглофильтровых установок: ЛИУ-2, ЛИУ-5 и ЛИУ-6, всасывающие насосные агрегаты которых потребляли электроэнергию от 5,5 кВт·ч (насосный агрегат ЛИУ-2) до 22 кВт·ч (насосный агрегат ЛИУ-5).

Сегодня основной объем возводимых зданий и сооружений составляют объекты так называемой «точечной застройки», то есть строительство ведется на территории уже существующей многоэтажной застройки. Анализ гидрогеологических изысканий выполненных на участках, определенных под точечную застройку, показал, что уровень подземных вод на них существенно выше того, что был зафиксирован на этих территориях во время массового строительства.

Поскольку легкие иглофильтровые установки эффективны для понижения уровня грунтовых вод на глубину 4–5 метров, то их массовое применение при возведении нулевого цикла зданий и сооружений точечной застройки на практике малоэффективно.

Анализ эксплуатационных характеристик водопонижительных установок различных типов показывает, что при производстве работ нулевого цикла зданий и сооружений целесообразно использовать установки с эжекторными иглофильтрами марок ЭИ-4^{II} и ЭИ-6^{II}, состоящие из иглофильтров, эжекторов, всасывающего коллектора

и насосного агрегата. Основные затраты энергии при водопонижении связаны с потребителем электроэнергии насосными агрегатами, оснащенными электродвигателем. Мощность электродвигателя насосного агрегата выбирается в зависимости от проектируемой глубины понижения грунтовых вод. При проведении работ по водопонижению на строительных объектах оптимальная мощность электродвигателя $N = 75 - 100$ кВт (насос марки БНДС).

Обычно работы по возведению нулевого цикла зданий и сооружений составляют от трех до пяти месяцев, поэтому для выполнения расчетов была принята усредненная продолжительность непрерывной работы водопонижительной установки – 4 месяца. При этой продолжительности насосы должны работать 2880 часов.

При работе насосного агрегата марки БНДС, оснащенного электродвигателем мощностью 75 кВт, расход электроэнергии составит 216 000 кВт·ч на комплект оборудования (участок 35 метров).

Так как тариф на электрическую энергию 0,15802 руб. за один кВт·ч (введен в действие с 1 января 2015 г.), примерная стоимость водопонижения подземных вод одним комплектом оборудования (длина 35 метров) составит: $216\ 000 \times 0,15802 = 34\ 132$ руб.

Учитывая, что на одном строящемся здании, как правило, монтируют от 6 до 10 комплектов оборудования, стоимость водопонижения может составить от 204 750 руб. до 341 320 руб.

Анализ выполненных расчетов по устройству ленточных фундаментов приводит к следующему выводу: ***возведение ленточных фундаментов при строительстве зданий и сооружений эффективно на участках, где уровень подземных вод при производстве работ по их устройству не требует проведения искусственного понижения с использованием водопонижительных установок, а грунты под подошвой фундаментов – искусственного закрепления.***

В связи с этим на строительных площадках со сложными геологическими и гидрологическими условиями при возведении зданий и сооружений ***рекомендуется применять малозаглубленные фундаменты***, устройство которых не требует проведения искусственного понижения с использованием водопонижительных установок, а грунты под подошвой фундаментов – искусственного закрепления.

Сейчас наиболее перспективное конструктивное решение мелкозаглубленных фундаментов – монолитные фундаментные плиты.

Глава 2

МОНОЛИТНАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ФУНДАМЕНТНАЯ ПЛИТА

Общие положения

Глубина заложения монолитных железобетонных фундаментных плит от поверхности земли составляет 40–50 см. Это позволяет существенно снизить трудоемкость их устройства по сравнению с ленточными фундаментами (за счет уменьшения объемов и механизированных, и ручных земляных работ).

Небольшая глубина заложения монолитной фундаментной плиты, как правило, позволяет исключить из технологического процесса проведение искусственного понижения с использованием водопонижительных установок, что также дает существенную экономию финансовых средств.

При возведении зданий с ленточными фундаментами без подвала для решения проблемы снижения потерь тепла через полы, выполненные по грунту, затрачиваются большие материальные и трудовые ресурсы. Устройство теплого пола по грунту весьма трудоемкий технологический процесс, включающий большую номенклатуру строительных работ. Наиболее затратные из них – это подсыпка и уплотнение грунта под полы; устройство подготовки под полы, которая включает устройство бетонного основания, укладку рулонной гидроизоляции и слоя теплоизоляционного материала; выравнивающая армированная стяжка под напольное покрытие.

Разработанные конструктивные решения монолитных фундаментных плит позволяют кардинально упростить технологию устройства теплых полов по грунту.

Рассмотрим классическое конструктивное решение монолитной железобетонной фундаментной плиты.

2.1. Конструктивное решение монолитной железобетонной фундаментной плиты

Разработано несколько конструктивных решений монолитных фундаментных плит. Классическим решением является конструкция монолитной фундаментной плиты, приведенная на рис. 2.1.

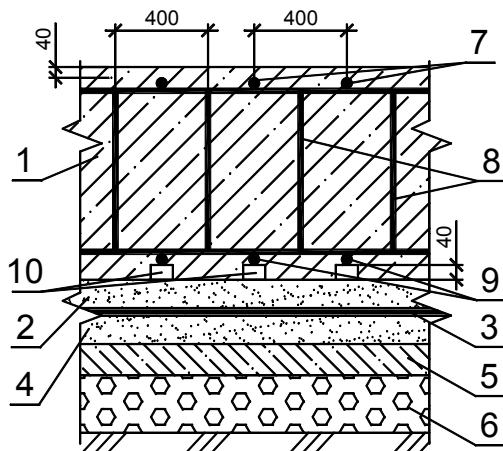


Рис. 2.1. Конструкция классической монолитной железобетонной фундаментной плиты:

1 – монолитная железобетонная плита ($\delta = 400$ мм); 2 – защитная цементно-песчаная стяжка ($\delta = 90$ мм); 3 – гидроизоляция (3 слоя филизола); 4 – выравнивающая цементно-песчаная стяжка ($\delta = 90$ мм); 5 – бетонная подготовка ($\delta = 100$ мм); 6 – щебеночная подготовка ($\delta = 200$ мм); 7 – верхние продольные стержни; 8 – плоские поддерживающие каркасы; 9 – нижний ряд арматурных стержней; 10 – пластмассовые фиксаторы

Монолитные фундаментные плиты – это разновидность мелкозаглубленных фундаментов, то есть глубина заложения его подошвы выше расчетной глубины сезонного промерзания грунта. Глубина их заложения от поверхности земли составляет 40–50 см. От незаглубленных ленточных фундаментов они отличаются тем, что основания плит жестко армируются по всей плоскости. Армирование монолитных фундаментных плит вязаными или сварными каркасами по всей плоскости позволяет обеспечить совместную работу фундамента с грунтовым основанием и тем самым избежать разрушения тела фундаментной плиты при деформациях основания фундамента, вызванных замерзанием или оттаиванием грунта.

Совместность работы фундаментной плиты с грунтовым основанием позволяет эффективно применять монолитные фундаментные плиты при больших нагрузках на фундамент (высотные здания), строительстве на слабых и неравномерно сжимаемых грунтах, а также в сейсмически активных районах.

Наличие в конструкции фундаментов слоя теплоизоляции позволяет без дополнительных технологических операций обеспечить требуемое термическое сопротивление теплопередаче полов по грунту. С учетом больших нагрузок, передаваемых на монолитные фундаментные плиты надземной частью эксплуатируемых зданий и сооружений, в качестве теплоизоляции рекомендуется применять плитный экструдированный пенополистирол.

Водопоглощение по объему этого утеплителя не более 0,2 %. Он не гниет и имеет высокие эксплуатационные характеристики. Его расчетное значение коэффициента теплопроводности равно 0,033 – 0,036 Вт/(м·С). Плитный экструдированный пенополистирол имеет прочность на сжатие, при 10 % линейной деформации – не менее 40 кПа, что позволяет применять его в фундаментах высотных зданий и сооружений.

2.2. Организация и технология производства работ

До начала устройства фундаментной плиты должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- организован отвод поверхностных вод от котлована;
- устроены подъездные пути и автодороги;
- обозначены пути движения механизмов;
- определены места складирования арматурных сеток и укрупнения опалубки;
- подготовлена монтажная оснастка и приспособления.

Основываясь на накопленном опыте устройства монолитных фундаментных плит, рекомендуется применять следующую технологию производства работ.

На первом этапе бульдозер снимает плодородный слой грунта на строительной площадке и перемещает его к месту хранения.

Рекомендуется *при устройстве котлована* применять следующую последовательность производства земляных работ

Бульдозер выполняет послойную разработку грунта в котловане до проектной отметки. Учитывая, что глубина котлована не более 50 см, разработка грунта в выемке выполняется послойно. Оптимально, чтобы толщина стружки, снимаемой за одну проходку, не превышала 25–30 см.

Выбор схемы движения бульдозера в котловане зависит от геометрических размеров последнего. При котлованах, имеющих большую длину (свыше 40 м), целесообразно вести разработку, применяя способ разработки с промежуточным валком. Грунт, сформированный в промежуточные валки, бульдозер перемещает к одной из сторон котлована, формируя кавальер (рис. 2.2).

Расположение кавальера привязывается к месту стоянки экскаватора с навесным оборудованием «прямая лопата», который осуществляет погрузку грунта в автотранспорт с дальнейшим вывозом его за пределы строительной площадки.

Для производства работ рекомендуется применять бульдозеры ДЗ-42, ДЗ-42Г и ДЗ-42Г-1. Они изготовлены на базе гусеничного трактора тяжелого типа класса 3 с реверс-редуктором и гидросистемой.

Основной рабочий орган бульдозера (отвал) имеет ширину 2560 мм, высоту без козырька – 804 мм.

Экскаватор будет выполнять функцию погрузчика грунта из кавальера, сформированного бульдозером, поэтому в автотранспорте целесообразно применять мобильный экскаватор ЭО-2621В-3 на пневмоколесном ходу. Основной рабочий орган экскаватора – ковш имеет емкость 0,25 м³. Применение экскаватора на пневмоколесном ходу позволяет снизить затраты на его транспортирование на стройплощадку и обратно.

Для производства работ рекомендуется применять бульдозеры ДЗ-42, ДЗ-42Г и ДЗ-42Г-1. Они изготовлены на базе гусеничного трактора тяжелого типа класса 3 с реверс-редуктором и гидросистемой.

Основной рабочий орган бульдозера (отвал) имеет следующие характеристики: ширина – 2560 мм, высота без козырька – 804 мм.

Экскаватор будет выполнять функцию погрузчика грунта из кавальера, сформированного бульдозером, поэтому в автотранспорте целесообразно применять мобильный экскаватор ЭО-2621В-3 на пневмоколесном ходу. Его основной рабочий орган – ковш емкостью 0,25 м³. Применение экскаватора на пневмоколесном ходу позволяет снизить затраты на его транспортирование на стройплощадку и обратно.

После завершения работ по отрывки котлована приступают к устройству песчаной (противопучинистой) подушки. Песчаная подушка выполняется из смеси щебня (60 %) и песка (40 %) с обязательным уплотнением.

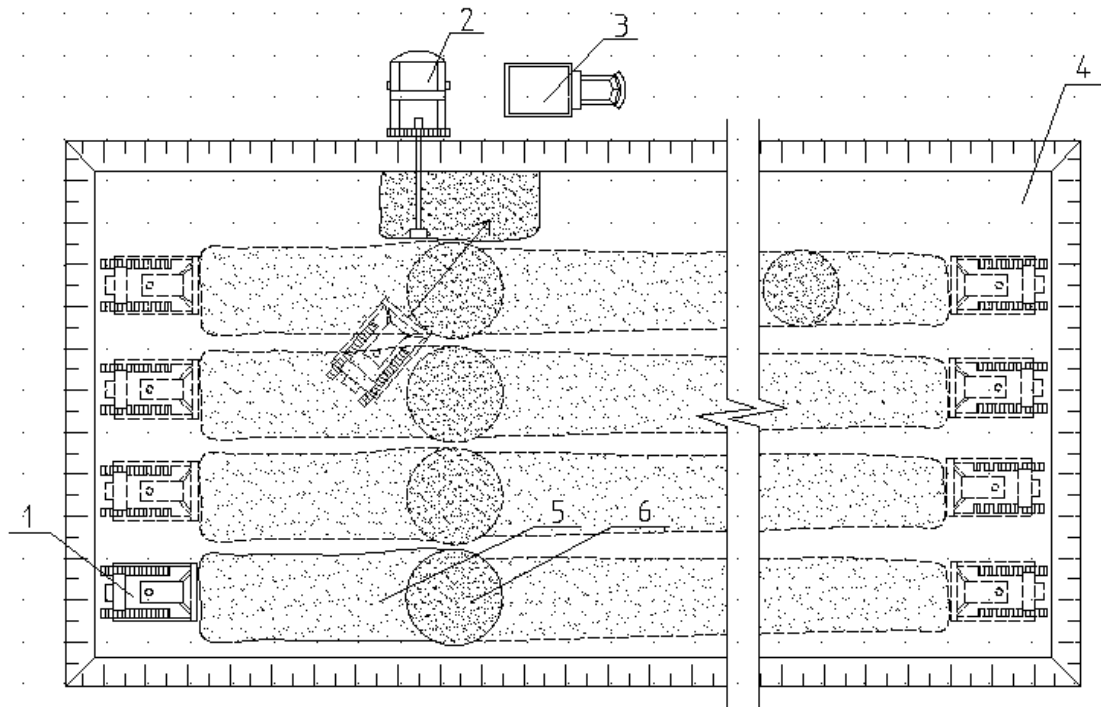


Рис. 2.2. Технологическая схема разработки котлована:
 1 – бульдозер; 2 – экскаватор; 3 – автомобиль-самосвал; 4 – разрабатываемый котлован;
 5 – срезанный слой грунта; 6 – валок

Как показывает практика строительства, оптимальна песчаная подушка толщиной 250 мм. При необходимости толщину песчано-гравийной подушки определяют расчетом в соответствии с приложением «В» ТКП 45-5.01-66-2007 с помощью ПЭВМ и программ «Lenta-PRS» или «Omega».

Технологический процесс устройства песчано-гравийной подушки начинается с подачи экскаватором в котлован смеси щебня и песка, завезенной на стройплощадку. Перемещение и разравнивание песчано-гравийной смеси до проектной отметки, поданной в котлован, выполняется бульдозером.

По мере формирования песчаной подушки ее послойно уплотняют. Для уплотнения подушки рекомендуется использовать виброплиту ВПП-6, которая подвешивается к экскаватору.

При устройстве песчаной подушки на слабых грунтах целесообразно применять виброкатки, так как это технология позволяет также уплотнить и подстилающий подушку грунт.

Следующим этапом производства работ является *устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм*. Учитывая конфигурацию и геометрические размеры монолитных фундаментных плит, объем бетона, необходимый на устройство бетонной подготовки, при производстве работ оптимально применять автобетононасосы. Из выпускаемых автобетононасосов для выполнения данного технологического процесса рекомендуется по техническим характеристикам автобетононасос СБ-126А, который может подавать бетонную смесь на расстояние 180–360 м, то есть с одной стоянки.

Следующим конструктивным элементом фундаментной плиты является *гидроизоляция*. Для защиты торцов фундаментной плиты от агрессивных грунтовых вод рекомендуется со всех сторон плитного фундамента выполнить свесы гидроизоляционного ковра таким образом, чтобы в дальнейшем можно было завернуть края ковра наверх и закрепить их к фундаментной плите.

Наиболее простым технологическим решением вышеизложенных требований к гидроизоляции является использование полимерных мембран с креплением их к бетонной подготовке полиуретановым клеем.

В клеевой системе применяются мембраны со специальной флисовой подложкой, которая обеспечивает надежную фиксацию материала при помощи клеевого состава. Рулоны мембраны имеют сбоку

поле без флиса для возможности сварки отдельных полотнищ в сплошной гидроизоляционный ковер при помощи горячего воздуха. Мембрана приклеивается на основание с перехлестом смежных полотнищ не менее 80 мм. Допускается полосовая приклейка мембраны с площадью приклейки не менее 30 %. Продольные и поперечные швы смежных полотнищ мембраны не проклеивают монтажным клеем. Не допускается попадание клея в область будущего сварного шва.

Швы полотнищ мембраны свариваются специальным оборудованием при помощи горячего воздуха. Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм.

Более подробно технология сварки отдельных полотнищ ПВХ мембраны между собой изложена в п. 12.3.

Следующей технологической операцией является укладка по слою гидроизоляции *теплоизоляционного слоя* (экструдированный пенополистирол XPS-плиты).

Укладку плит выполняют в следующей последовательности. С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные XPS-плиты. Затем приступают к укладке маячных плит по границам полос. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира. По завершении укладки маячных рядов приступают к укладке рядовых плит. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью контрольной рейки (уровня). Крепление плит к гидроизоляции выполняется на двухкомпонентном битумно-полимерном клее.

Для предохранения приклеенных теплоизоляционных плит от смещения в ходе работ во время хождения по ним рабочих и транспортирования материалов укладку следует вести «на себя».

При укладке плит следят за плотностью их прилегания к основанию и друг к другу. Если зазоры в швах между плитами превышают 5 мм, то во избежание появления «мостиков холода» их заполняют теплоизоляционным материалом. Заполнение зазоров в стыках между плитами рекомендуется выполнять крошкой плитного утеплителя с ее уплотнением вручную катком.

По завершении теплоизоляционных работ *устанавливают опалубку*. Рекомендуется использовать опалубку системы фирмы «Мева», состоящую из щитов размерами 135 × 90 см.

Щиты опалубки имеют рамную конструкцию. Обрамление щитов изготовлено из закрытого стального коробчатого профиля. Па-

луба щита выполнена из водостойкой фанеры, которая крепится к раме самонарезающимися винтами. Соединение щитов между собой осуществляется клиновыми замками (рис. 2.3).

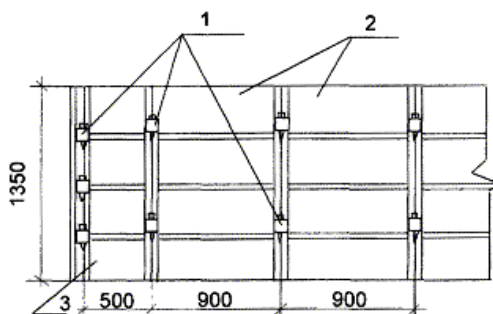


Рис. 2.3. Схема соединения щитов опалубки:
 1 – клиновые замки системы «Мева»; 2 – опалубочные щиты;
 3 – доборный элемент

Опалубка устанавливается по всему периметру фундаментной плиты. Установка опалубки начинается с угловых точек. После выверки и установки щитов опалубки в проектное положение их закрепляют снаружи подкосами, которые устанавливаются с шагом 3,5 м (рис. 2.4).

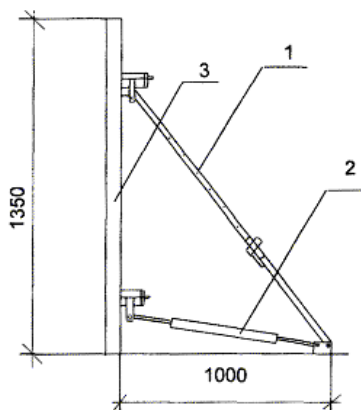


Рис. 2.4. Схема установки подкосов опалубки:
 1 – консольная подпорка с соединительным шарниром, крепящимся фланцевым болтом к функциональной распорке; 2 – функциональная распорка;
 3 – щит опалубки

Выполнив контроль правильности установки опалубки, приступают к **монтажу арматуры**. Монтаж арматуры выполняется в следующей последовательности.

На заранее размеченное основание (экструдированные пенополистирольные плиты) с шагом, определенным расчетами, укладывают в продольном направлении нижний ряд арматурных стержней *1* с одновременным фиксированием расстояния нижней арматуры от основания (защитный слой) с помощью пластмассовых фиксаторов *3* (рис. 2.1). Стыки продольных стержней по длине соединяются ручной дуговой сваркой электродами Э 50А.

Затем на уложенные продольные стержни нижнего ряда арматурных стержней с шагом не более 400 мм устанавливают плоские поддерживающие каркасы *2*, изготовленные из отдельных стержней на месте строительства (рис. 2.1). Каркасы соединяют с уложенными продольными стержнями нижнего ряда арматурных стержней вязальной проволокой.

После установки поддерживающих арматурных каркасов и крепления их к нижней арматуре укладывают верхние продольные стержни, соединение которых по длине также осуществляется дуговой сваркой. Установка арматуры выполняется по блокам. Подача арматурных стержней и каркасов в зону производства работ осуществляется кранами.

Подготовленная к укладке бетонной смеси опалубка со смонтированными в ней арматурными каркасами дана на рис. 2.5.



Рис. 2.5. Подготовленная к укладке бетонной смеси опалубка со смонтированными арматурными каркасами

Следующим технологическим процессом является **бетонирование фундаментной плиты**. Перед укладкой бетонной смеси в опалубку необходимо проверить и принять с составлением акта на

скрытые работы все конструкции бетонируемой фундаментной плиты и ее элементы, закрываемые в процессе производства бетонных работ. Непосредственно перед бетонированием опалубка должна быть очищена от мусора и грязи. Для снижения адгезии с бетоном палубу покрывают смазкой. Бетонирование конструкции, как правило, выполняют блоками (рис. 2.7).

Геометрические размеры бетонируемых блоков в плане определяют расчетами, исходя из объема бетонной смеси, который планируется уложить в конструкцию в течение смены.

Поперечные и продольные рабочие швы, образующиеся в процессе бетонирования массива фундаментной плиты, конструктивно решают установкой плоских поддерживающих каркасов, на которые при помощи вязальной проволоки крепят металлическую сетку с ячейками размером не более 10×10 мм (рис. 2.6).

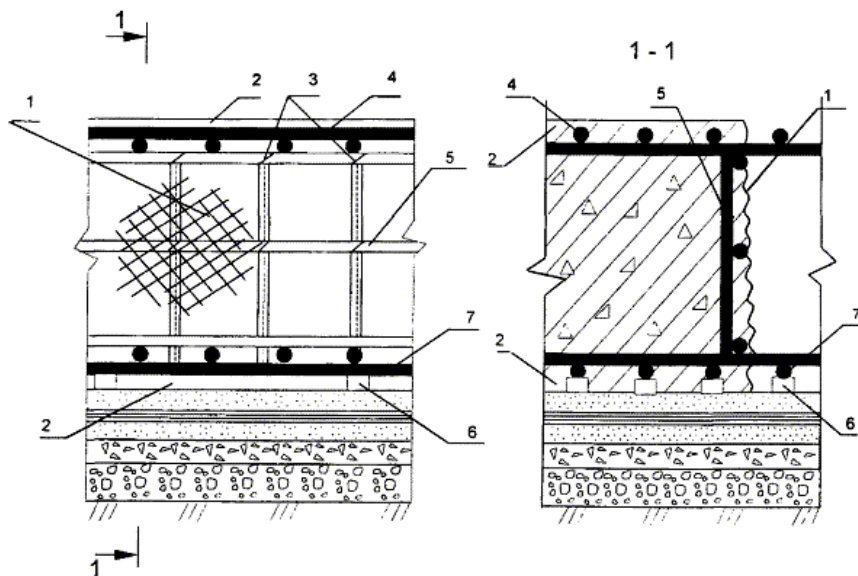


Рис. 2.6. Конструкция рабочего шва:

- 1 – металлическая сетка; 2 – защитный слой бетона; 3 – места крепления сетки вязальной проволокой; 4 – верхняя арматура; 5 – плоский поддерживающий каркас;
- 6 – пластмассовые фиксаторы; 7 – нижняя арматура

Учитывая, что фундаментные плиты имеют достаточно большие размеры в плане (длину и ширину) и на их устройство расходуются

значительные объемы бетонной смеси, эффективность производства работ по их бетонированию повышается при использовании бетононасосов. Как показывает практика, целесообразно использовать передвижные бетононасосные установки на автомобильном ходу – СБ-126Б, СБ-170-1, БН-80-20М2.

При разработке ППР на бетонирование фундаментных плит с использованием бетононасосных установок на автомобильном ходу основное внимание уделяется дальности подачи бетонной смеси, так как от этого зависит количество стоянок. После определения расположения мест стоянок автобетононасоса на рабочей площадке приступают к их обустройству: устройству временных дорог для подвоза бетонной смеси автобетоносмесителями и планировке площадок для стоянки автобетононасоса с целью обеспечения их горизонтальности.

Процесс бетонирования выполняется в следующей последовательности.

Автобетононасос устанавливают на стоянке и подготавливают к работе (устанавливают аутригеры, раскрывают стрелу, затворяют и прогоняют по трубопроводу пусковой раствор). Автобетоносмесители, подъезжая к загрузочному бункеру автобетононасоса, разгружают бетонную смесь, которую сразу же перекачивают в конструкцию фундаментной плиты. Бетонную смесь при помощи гибкого рукава распределяют в блоке бетонирования, начиная с наиболее удаленного места. Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку не должна превышать 1 м. После окончания бетонирования блока необходимо промыть трубопровод на стреле автобетононасоса, очистить бункер, убрать стрелу и аутригеры в транспортное положение.

В процессе бетонирования необходимо выполнять послойное уплотнение укладываемой в опалубку бетонной смеси. Учитывая, что укладываемая бетонная смесь имеет осадку конуса 1–4 см, а сама фундаментная плита является густоармированным массивом, рекомендуется выполнять послойное уплотнение бетонной смеси ручными глубинными электрическими вибраторами с гибким валом марок (ИБ-113, ИВ-112, ИВ-108, ИВ-102, ИВ-103, ИС-47Б).

Толщина первого (нижнего) укладываемого слоя бетона не должна быть более длины рабочей части – вибронаконечника. Длина рабочей части выше перечисленных вибраторов составляет от 400 мм до 485 мм. Толщина всех последующих слоев укладываемой бетонной смеси должны быть на 50–100 мм меньше длины вибронако-

нечника. Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва устанавливается строительной лабораторией. При уплотнении бетонной смеси не допускается соприкосновение рабочей части вибратора с арматурой. Укладка бетонной смеси выполняется горизонтальными слоями одинаковой толщины по всей площади блока без разрывов. Верхняя поверхность фундаментной плиты выравнивается и уплотняется виброплощадкой, а затем заглаживается правилом.

Технологическая схема бетонирования отдельных блоков фундаментной плиты автобетононасосом приведена на рис. 2.7.

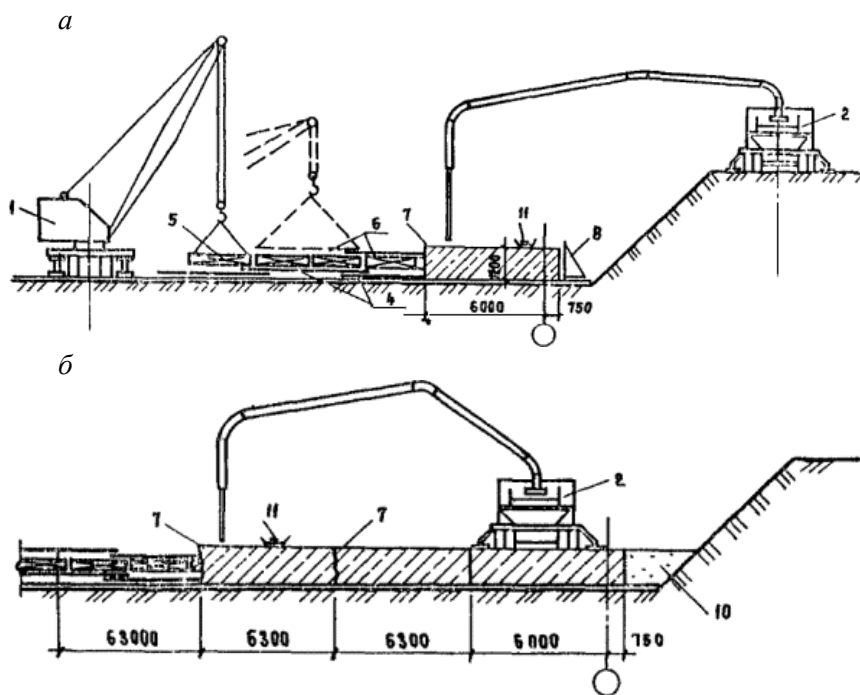


Рис. 2.7. Технологическая схема бетонирования отдельных блоков фундаментной плиты автобетононасосом:

- a* – бетонирование первого блока; *б* – бетонирование последующих блоков;
 1 – автомобильный кран; 2 – автобетононасос; 4 – нижние арматурные сетки;
 5 – поддерживающие каркасы; 6 – верхние арматурные сетки;
 7 – металлическая сетка с ячейками; 8 – опалубка щитовая;
 10 – обратная засыпка; 11 – вибратор поверхностный ИВ-2А

После набора бетоном прочности не менее 1,5 МПа приступают к распалубке конструкции.

Распалубку начинают с углов. Вначале выполняют распалубку одного угла конструкции. При сохранении прямоугольности угла фундаментной плиты и отсутствии оплывов бетона на углах плиты, после демонтажа щита опалубки начинают распалубку всей конструкции. В случае появления оплывов бетона на углах плиты угловые щиты вновь устанавливают в проектное положение и дают еще время для набора бетоном прочности.

Общий вид распалубленной монолитной железобетонной фундаментной плиты дан на рис. 2.8.



Рис. 2.8. Монолитная фундаментная плита

Отработанная на практике технологии производства работ по устройству монолитных фундаментных плит, их высокая эксплуатационная надежность на участках с любыми гидрогеологическими условиями стимулирует дальнейшее совершенствование конструктивного решения классического плитного основания.

В Швеции разработана монолитная фундаментная плита, в конструкцию которой входит отопительная система пола первого этажа (рис. 2.9).

Технология возведения шведского варианта плитного основания аналогична процессу возведения классического плитного основания, изложенному выше, и отличается только тем, что включает устройство теплого пола, обогреваемого электричеством или нагретой водой. Для максимального снижения тепловпотерь в помещениях через

полы первого этажа рекомендуется уложить теплоизоляционный слой под нагревательные элементы теплого пола на предварительно очищенное основание плитного фундамента.

При укладке теплого водяного пола, как правило, используют плитный полистирол плотностью не менее 35 кг/м^3 . Для устройства электрического теплого пола применяются фольгированные теплоизоляционные плиты (изофлекс, пенофол, фольгоизолон).



Рис. 2.9. Конструкция шведского варианта монолитной фундаментной плиты:
1 – монолитная бетонная плита; 2 – гидроизоляция (геотекстиль);
3 – теплоизоляция (плитный полистирол); 4 – система отопления
(трубы водяного отопления)

Подробно технология устройства теплых полов изложена в 17.4.

Контроль качества и приемка работ

Согласно ТКП 45-1.01-159 разд. «Контроль качества и приемка работ» должен содержать методы и средства контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

Раздел должен содержать следующие подразделы:
входной контроль поступающей продукции (ГОСТ 16504);
операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций (ГОСТ 16504);
приемочный контроль выполненных работ (ГОСТ 16504).

Входной контроль поступающей продукции для сборных бетонных и железобетонных фундаментов разрабатывается на основании СТБ 1076-97.

Операционный и приемочный контроль для монолитных и сборных бетонных и железобетонных фундаментов разрабатывается на основании ТКП 45-5.03-131, ТКП 45-5.03-130 и СТБ 1959-2009, СТБ 1958-2009.

Раздел «Контроль качества и приемка работ» оформляют по форме, приведенной в прил. Г ТКП 45-1.01-159-2009.

Заключение по разделу I

Как показывает практика, принятое в монолитной фундаментной плите армирование из отдельных стержней и плоских арматурных каркасов позволяет обеспечить совместную работу фундамента с грунтовым основанием и тем самым эффективно применять их на слабых и неравномерно сжимаемых грунтах.

Устройство песчаной (противопучинистой) подушки позволяет уменьшить глубину их заложения от поверхности земли до 40–50 см и тем самым снизить объемы земляных работ почти на 40 % по сравнению с устройством ленточных фундаментов. Заглубление подошвы фундаментной плиты на 40–50 см от поверхности земли позволяет исключить из технологического процесса искусственное понижение подземных вод. Наличие слоя теплоизоляции в конструкции монолитной фундаментной плиты позволяет существенно сократить трудозатраты на устройство теплых полов по грунту по сравнению с ленточными фундаментами.

Следовательно, монолитные фундаментные плиты, благодаря особенностям конструктивного решения и практически полной механизации производства работ, могут быть рекомендованы к массовому применению как высокоэффективные фундаменты для возведения зданий и сооружений любой этажности при любых по сложности гидрологических и геологических условиях.

Раздел II

ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ШТУЧНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С учетом принятой группировки общестроительных работ по стадиям, в настоящем разделе рассматриваются следующие работы: *возведение несущих и ограждающих конструкций, устройство перегородок из штучных искусственных материалов.*

Глава 3

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ СТЕН ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Общие положения

Высокие эксплуатационные характеристики искусственных каменных материалов (прочность, морозостойкость, негорючесть), наличие современных высокотехнологичных предприятий по их выпуску при практически неисчерпаемых запасах сырья обеспечивают на протяжении многих лет их массовое применение при возведении несущих конструкций (стен) жилых и общественных зданий и сооружений.

При возведении несущих стен зданий и сооружений из искусственных штучных каменных материалов применяют, как правило, следующие виды кладки.

Кирпичная кладка наружных и внутренних несущих стен выполняется из керамического полнотелого, пустотелого и силикатного кирпича на строительных растворах на основе цементного или известкового вяжущих. Вид и марка раствора указываются в рабочих чертежах.

Кладку из блоков керамических поризованных пустотелых как наиболее эффективного штучного материала по теплотехническим характеристикам рекомендуется применять для возведения наружных стен отапливаемых зданий. Высокие теплотехнические характеристики такой кладки позволяют уменьшить толщину наружных стен на полкирпича по сравнению с кладкой из обыкновенного

керамического или силикатного кирпича. Однако невысокая прочность блоков керамических поризованных пустотелых позволяет применять их в несущих стенах зданий высотой до пяти этажей включительно, но не более 15 м.

Кладка из автоклавных ячеистых бетонов рекомендована к применению в несущих стенах зданий высотой до пяти этажей включительно, но не более 15 м. При эксплуатации в помещениях с влажностью воздуха более 60 % поверхность блоков из ячеистых бетонов необходимо защищать пароизоляционным покрытием.

Рекомендации по выбору эффективных материалов для каменной кладки. Для того чтобы каменные конструкции на нормируемый период их эксплуатации сохраняли требуемые эксплуатационные характеристики при их проектировании необходимо учитывать воздействия окружающей среды, которым они подвержены.

Согласно ТКП EN 1996-2-2009 принята следующая классификация условий окружающей среды.

Микроусловия окружающей среды, воздействующие на завершённые каменные конструкции, разделяют на классы окружающей среды по условиям эксплуатации конструкций следующим образом:

MX1 – конструкции, эксплуатируемые в сухих условиях;

MX2 – конструкции, подверженные воздействию сырости или влажности;

MX3 – конструкции, подверженные воздействию сырости или влажности и циклическому замораживанию/оттаиванию;

MX4 – конструкции, подверженные воздействию воздуха, насыщенного солью, или соленой воды;

MX5 – конструкции, эксплуатируемые в агрессивной химической среде.

Для выполнения каменных конструкций, соответствующих определенным эксплуатационным показателям и выдерживающих воздействие условий окружающей среды, которым они подвержены, следует учитывать:

класс окружающей среды по воздействию климатических факторов;

степень подверженности воздействию сырости или влажности;

подверженность воздействию циклического замораживания/оттаивания;

наличие химических материалов, которые могут привести к разрушающим воздействиям.

Макроусловия учитывают влияние следующих воздействий:
дождя и снега;
сочетание ветра и дождя;
колебание температуры;
колебание относительной влажности.

Макроусловия учитывают климатические особенности участка, на котором будет эксплуатироваться здание или сооружение, и их необходимо учитывать с точки зрения вероятностной подверженности кладки воздействию влажности и/или циклического замораживания/оттаивания.

Кладочные элементы (кирпич, блоки) и строительный раствор рекомендуется выбирать в соответствии с классом окружающей среды по условиям эксплуатации согласно ТКП EN 1996-2-2009.

3.1. Эксплуатационные характеристики кирпичной кладки

Наиболее важными эксплуатационными характеристиками кирпичной кладки являются прочность, плотность и сопротивление теплопередаче.

Прочность кладки зависит от прочностных характеристик кирпича и кладочного раствора. Предел прочности на сжатие кирпичной кладки, выполненной на кладочном растворе марки не ниже М10, при обычных методах возведения составляет не более 40–50 % от предела прочности кирпича. Объясняется это тем, что поверхности кирпича и шва кладки не идеально плоские – поэтому плотность и толщина слоя раствора в горизонтальных швах не везде одинаковы и вследствие этого давление в кладке распределяется неравномерно по поверхности кирпича и вызывает в нем, кроме напряжений сжатия, напряжения изгиба и среза. А так как у каменных материалов сопротивление изгибу в 4–6 раз меньше, чем при сжатии, то они разрушаются в кладке раньше, чем сжимающие напряжения в них достигнут предела прочности при сжатии.

Как показывает практика, разрушение кирпичной кладки начинается с появления вертикальных трещин преимущественно под вертикальными швами. В дальнейшем, в связи с нарушением цельности сечения кладки и перераспределением нагрузки в стене, рас-

крытие трещин увеличивается, что приводит к окончательному разрушению кладки.

Установлено, что основными причинами появления и дальнейшего развития вертикальных трещин в кладке стен являются неравномерные деформации основания (фундамента); нарушения проектного решения узлов передачи на кладку сосредоточенной нагрузки (опирание перемычек над проемами), которые приводят к появлению напряжений изгиба.

Влияние прочностных и технологических характеристик раствора на прочность кладки. Чем ниже марка раствора в кладке, тем меньше его прочность на сжатие и больше величина общих деформаций кладки. Как следствие – в отдельных искусственных штучных камнях появляются напряжения изгиба и среза. Следовательно, при возведении стен зданий из отдельных искусственных штучных камней необходимо соотносить действующие на каменную кладку нагрузки и *марку кладочного раствора*.

Наряду с маркой кладочного раствора, его *пластичность* существенно влияет на увеличение прочности каменной кладки. Пластичные растворы лучше расстилаются по постели камней, обеспечивают более равномерную ширину и плотность шва, в результате чего повышается прочность кладки: это способствует уменьшению напряжения изгиба и среза в отдельных искусственных штучных камнях.

Влияние размеров и формы каменных материалов на прочность кладки. С увеличением высоты поперечного сечения отдельного штучного камня уменьшается количество горизонтальных швов в кладке и увеличивается сопротивление его изгибу пропорционально квадрату высоты камня. Следовательно, *при одинаковой прочности камней более прочной является кладка, выполненная из камней большей высоты*.

Чем ближе форма камней к параллелепипеду (меньше отклонения от перпендикулярности граней), тем равномернее заполняются раствором вертикальные швы в кладке, и как следствие этого – от камня к камню передается только сжимающая нагрузка, что повышает ее прочность.

Влияние качества швов кладки на ее прочность. Одним из наиболее эффективных способов повышения прочности кладки является соблюдение действующих нормативных требований по ее выполне-

нию. Качественное заполнение горизонтальных и вертикальных швов раствором, равномерное уплотнение, одинаковая ширина швов, правильная перевязка обеспечивают требуемую прочность кладки.

Установлено, что чем больше ширина швов, тем труднее достигнуть их равномерной плотности и тем в большей степени камень работает в кладке на изгиб и срез. При горизонтальных швах большой ширины увеличиваются деформации кладки и в результате снижается ее прочность. Поэтому для каждого вида кладки установлена определенная ширина швов, увеличение которой приведет к снижению прочности конструкции.

Плотность и сопротивление теплопередаче кладки. Одно из положительных качеств каменных конструкций – их высокая огнестойкость, бóльшая по сравнению с другими материалами химическая стойкость, сопротивляемость атмосферным воздействиям и, как следствие этого, большая долговечность. Эти качества обусловлены тем, что каменные материалы имеют плотную структуру. В то же время их большая плотность приводит к увеличению теплопроводности кладки. В связи с этим несущие наружные кирпичные стены зданий приходится выполнять либо намного толще, чем это требуется по условиям прочности и устойчивости, либо выполнять их многослойными, применяя в ограждающих конструкциях плитные теплоизоляционные материалы.

На теплотехнические свойства каменных конструкций существенное влияние оказывает также качество кладки: стены с плохо заполненными раствором швами легко продуваются и промерзают зимой.

3.2. Организация производства работ

К производству работ по возведению наружных стен зданий и сооружений приступают после завершения всех работ подземного цикла (устройство фундаментов, монтаж перекрытия над подвальной частью, устройство гидроизоляции, обратная засыпка пазух) и принятия их по акту.

До начала производства работ по кирпичной кладке должны быть полностью закончены следующие подготовительные работы:

подготовлена площадка под открытый склад (выполнена вертикальная планировка, уплотнен грунт основания) и на объекте создан

запас строительных материалов и изделий, необходимый для обеспечения работы не менее чем на 3 суток;

смонтирован, опробован и пущен в эксплуатацию строительный (как правило, башенный) кран;

оборудованы бытовые и вспомогательные помещения для расчетного состава бригады каменщиков;

проведен инструктаж по технике безопасности на рабочем месте со всеми рабочими, участвующими в выполнении работ.

Транспортирование и складирование кирпича. Для уменьшения количества боя кирпич транспортируют на поддонах или в контейнерах. Доставка на строительную площадку керамических кирпича и камней осуществляется автотранспортом с применением поддонов на брусках или с крючками размером 520×1030 мм. Силикатный кирпич транспортируют на деревометаллических поддонах на брусках размером 600×1915 мм или 520×1740 мм. На поддон размером 520×1030 мм укладывают 200 кирпичей, на поддоны размером 600×1915 мм укладывают до 450 штук силикатного кирпича.

На поддонах изделия должны быть уложены в «елку» таким образом, чтобы обеспечить устойчивость пакета в процессе транспортирования. Это позволяет обеспечить практически полную сохранность кирпича при перевозке и существенно облегчает его разгрузку на стройплощадке и его подачу на рабочее место каменщикам.

Для разгрузки и подачи на рабочие места пакетов на поддонах на брусках применяют подхват-футляр, а пакетов с крючками – захват-футляр.

С учетом требований безопасности складирование кирпича на строительной площадке осуществляется следующим образом: кирпич в пакетах на поддонах – не более чем в два яруса; в контейнерах – в один ярус; без контейнеров – высотой не более 1,7 м с порядной перевязкой.

Организация рабочего места каменщиков. Рабочее место звена каменщиков включает в себя участок возводимой каменной кладки и часть примыкающей к ней площади (часть подмостей или строительных лесов), в пределах которой размещают материалы, приспособления, инструмент и передвигается сам каменщик и стропальщики, обеспечивающие рациональное расположение необходимых строительных материалов. Ширина рабочего места каменщиков должна быть не менее 2,5 м.

Чтобы обеспечить каменщикам при каменной кладке наименьшее количество рабочих движений и исключить лишнюю ширину рабочего места разбивается на три следующие зоны:

рабочая зона шириной 60–70 см (свободная полоса вдоль возводимой стены, на которой передвигаются и работают каменщики);

зона складирования материалов шириной 60–100 см, которая должна соответствовать ширине поддонов (контейнеров) с кирпичом и ящиков с растворной смесью; в этой же зоне располагают инструмент и материалы (сетки металлические, стеклосетка, связи стеклопластковые, плитный утеплитель и др.);

транспортная зона шириной 110–120 см, в которой перемещаются стропальщики или подсобные рабочие, доставляющие каменщикам необходимые материалы.

При кладке кирпичных стен материалы располагают вдоль фронта работ в следующем порядке: кирпич на поддонах, раствор в ящике, затем снова кирпич на поддонах.

Для удобства подачи растворной смеси на стены расстояние между соседними ящиками с раствором не должно превышать 3–3,5 м. Располагать их необходимо длинной стороной параллельно возводимой стене. Расставлять растворные ящики дальше 2 м от места кладки не следует, так как при этом повышается физическая нагрузка на рабочего и увеличивается потеря раствора.

Оптимальный запас кирпича (блоков) на рабочем месте рассчитывается исходя из длины делянки. Емкость растворных ящиков принимается исходя из объема кладки, выполняемой на делянке. Готовую растворную смесь загружают в ящики непосредственно перед началом работы.

Средства подмащивания. Высота этажей современных зданий может быть различной, но если говорить о жилищном строительстве, она варьируется от 2,7 до 3,6 м и в среднем составляет 3,0 м. Для удобства производства работ и обеспечения равномерной производительности труда каменщиков кладку этажа по высоте разбивают на отдельные участки – ярусы.

Ярусом называют часть высоты сооружения или этажа здания, на котором строительный процесс может выполняться непрерывно, без изменения расположения рабочего места по высоте. Производительность каменщиков начинает падать, если высота яруса превышает 1,2 м, а оптимальной признана высота 0,8–1,0 м.

Каменная кладка может выполняться по *двух-* или *трехъярусной* *схеме*. При высоте этажа 3,0 м и трехъярусной организации труда принимают высоту первого яруса 120 см, второго – 95 см и третьего – 85 см. При большей высоте этажа несколько увеличивают высоту второго и третьего ярусов.

Для зданий с высотой этажа 2,5–2,7 м более эффективна кладка в два яруса, когда высота каждого яруса до 1,5 м. В этом случае используют дополнительные *подлески* высотой 30–60 см, с которых и ведут кладку верхних рядов яруса. Подлески также используют при трехъярусной системе для кладки верхних рядов при большой толщине стен.

Кладку стен на высоту до 1,2 м осуществляют с земли или настила перекрытия, кладка на большую высоту требует устройства подмостей или установки лесов. В зданиях при высоте этажа до 5 м кладку ведут с внутренних подмостей, при большей высоте – с наружных лесов. Сегодня при возведении жилых зданий строительные леса применяют для закрепления плитного утеплителя к кладке тарельчатыми анкерами и последующей отделки фасадов зданий.

К подмостям и лесам предъявляются следующие требования: легкость, прочность, устойчивость, удобство сборки, разборки и транспортирования.

Подмости – временные рабочие площадки в виде настила на инвентарных опорах, устанавливаемые на перекрытии и позволяющие выполнять кладку в пределах высоты этажа. Подмости должны быть удобными при транспортировании, установке и перестановке; соответствовать ширине рабочего места каменщика; удовлетворять требованиям техники безопасности; быть инвентарными для возможности многократного использования. Наиболее часто применяют следующие конструкции подмостей.

Пакетные самоустанавливающиеся подмости состоят из дощатого настила размером 2,5 × 5,4 м, уложенного на две прямоугольные металлические опоры (рис. 3.1). Каждая опора подмостей шарнирно скреплена с настилом и при подъеме подмостей принимает вертикальное положение, что позволяет устанавливать настил первоначально на высоте 1,0 м, а затем 1,95 м. Подмости не требуют разборки или сборки в процессе эксплуатации. Подмости рассчитаны на установку их в два ряда по высоте, что позволяет возводить кладку до 5 м.

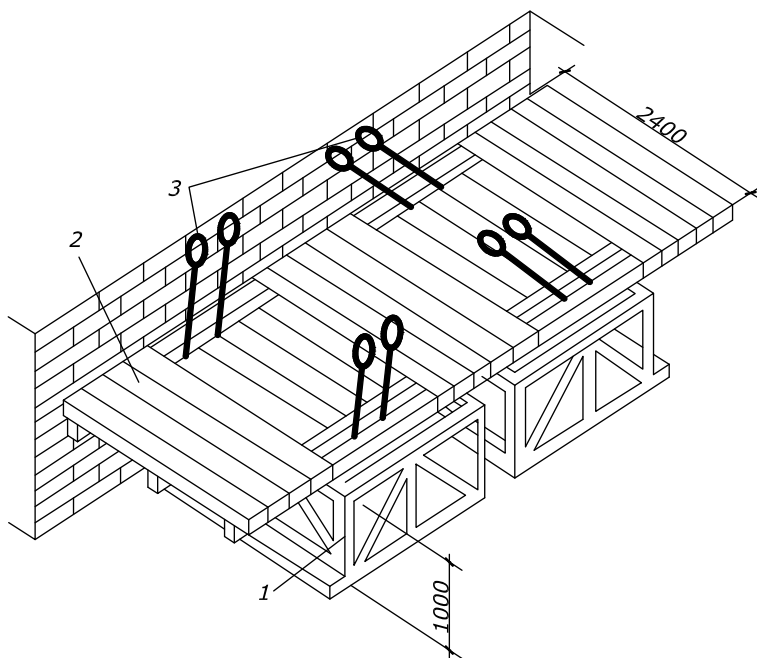


Рис. 3.1. Пакетные самоустанавливающиеся подмости:
 1 – прямоугольная опора в сложенном состоянии; 2 – настил;
 3 – стропы для подъема и изменения положения подмостей по высоте

Шарнирно-панельные подмости состоят из двух сварных ферм-опор треугольного сечения, к которым прикреплены деревянные брусья и настил (рис. 3.2).

Шарнирно-панельные подмости позволяют первоначально устанавливать настил на высоте 115 см. В случае необходимости после отсоединения опоры в центре и поднятия подмости краном высота настила может быть увеличена до 205 см.

Все подмости должны иметь инвентарные ограждения и приставные инвентарные лестницы для подъема и спуска рабочих. Стоечные подмости перед перестановкой разбирают, для остальных типов изменение уровня рабочего настила и перестановку на новое место осуществляют с помощью крана. Допускаемая нагрузка на них указывается в типовых чертежах.

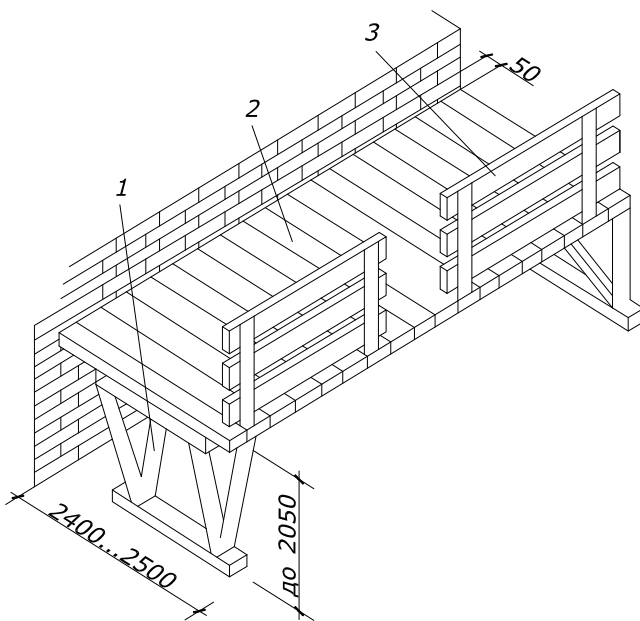


Рис. 3.2. Шарнирно-панельные подмости:
1 – фермочка-опора; 2 – настил; 3 – инвентарные ограждения

Стойчные подмости конструкции Риффеля состоят из выдвигаемых трубчатых стоек, деревянных прогонов и щитов настила, располагаемого на высотах 1,2; 2,4; 2,7; 3,2 м; с их помощью можно выполнять кладку до высоты 4,4 м.

Основная часть конструкции – неподвижная труба с отверстиями по высоте. В эту трубу сверху вставляют выдвигающую трубу, тоже с отверстиями; в верхней части этого выдвигающего штока устроена вилка для укладки прогонов. На необходимом уровне стойки закрепляют штырями.

Для выполнения операционного контроля качества (вертикальности) кладки с помощью отвеса между рабочим настилом подмостей и возводимой стеной оставляют зазор до 50 мм.

Лесами называют средства подмащивания, предназначенные для производства работ на всю высоту здания. Наиболее широко применяют: безболтовые трубчатые штыревые леса, трубчатые болтовые и леса из объемных элементов.

Безболтовые трубчатые штыревые леса предназначены при производстве работ на высоте до 40 м. Они представляют собой конструкцию, собираемую из следующих элементов: стоек длиной 4,0 м и 2,0 м; ригелей длиной 1,9 м и 1,5 м; связей длиной 2,4 м; башмаков; крюков двойных; крюков одинарных; анкеров.

Нижний ряд стоек опирается на башмаки, устанавливаемые парно на деревянные подкладки и закрепляемые к подкладкам костылями. С целью повышения устойчивости лесов стыки стоек должны находиться в разных уровнях (в пределах первого и самого верхнего яруса двухметровые и четырехметровые стойки чередуются). В промежуточных ярусах леса наращиваются только четырехметровыми стойками. Стойки соединяются между собой с помощью ригелей, образуя пространственную конструкцию. Посредством крюков и анкеров, которые устанавливаются в стену в процессе кладки, стойки крепятся к стене возводимого здания.

Настил на ярусах лесов собирается из деревянных щитов, изготовленных из древесины хвойных пород. Щиты настила устанавливаются на ригеля.

Подъем людей на штыревые леса строительные осуществляется по лестницам. Верхний конец лестниц на крюках навешивается на поперечины, а нижний опирается на настил.

Жесткость лесов обеспечивается установкой диагональных связей, соединяемых со стойками. Диагональные связи устанавливаются в двух крайних пролетах. На рабочих ярусах лесов, кроме настилов, устанавливаются ограждения.

Для защиты от атмосферных электрических разрядов леса оборудуются заземлением, соединенным со стойкой при помощи шины.

Настил может собираться только на двух ярусах – верхнем рабочем и нижнем защитном; расстояние между этими настилами по высоте должно быть не более 6 м.

Леса рамные строительные ЛСПР-200 предназначены для проведения работ на высоте до 20 метров. Эти леса выполнены в виде рамной конструкции (рис. 3.3). В качестве элементов жесткости используются трубы $42 \times 1,5$, $35 \times 1,5$, $25 \times 1,5$ мм, отвечающие ГОСТ 27321-87.

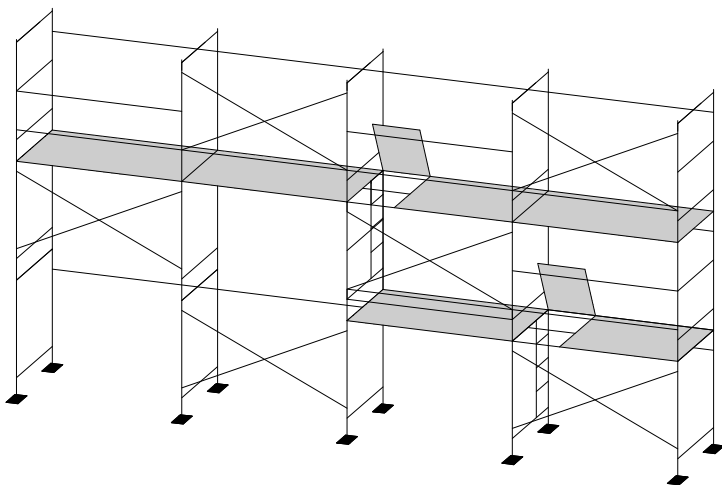


Рис. 3.3. Конструктивная схема лесов ЛСПР-200

Рамные строительные леса ЛСПР-200 представляют собой конструкцию, которая на объекте собирается из следующих элементов: рам, диагональных стяжек, связей, башмаков, ригелей настила, пробок, анкеров.

Нижний ряд рам опирается на башмаки или опоры винтовые, которые устанавливаются на деревянные подкладки. Рамы с лестницами и без лестниц наращиваются друг с другом до необходимой высоты. Рамы, с целью устойчивости, связываются между собой диагональными стяжками в шахматном порядке со стороны улицы и связями со стороны стены. На рамах предусмотрены замки (с фиксатором для крепления диагональных стяжек и связей). Крепление лесов к стене осуществляется через анкеры и пробки. Количество башмаков и опор винтовых определяется рельефом местности и требованием заказчика. На лесах применяются металлические ригели с деревянными настилами. Ригели настилов навешиваются с помощью кронштейнов на верхние связи смежных рам на ярусах, предусмотренных под настилы. Сначала укладываются металлические ригели, а затем укладывается деревянный настил. Ригели с настилами устанавливаются на двух верхних ярусах лесов, один из которых рабочий, другой – предохранительный. На рабочем и предохранительном ярусах лесов устанавливаются продольные и торцевые ограждения.

В местах подъема рабочих на рабочий ярус ограждения устанавливаются в пролетах, где не предусмотрены диагональные стяжки. На рабочем ярусе, кроме настилов, устанавливаются бортовые доски, которые крепятся к рамам с помощью скоб.

Для защиты от атмосферных электрических разрядов леса оборудуются молниеприемником заземлением.

Леса хомутовые строительные приставные выполнены в виде конструкции из стоек, горизонтальных и диагональных поперечных связей, которые соединены между собой с помощью хомутов (рис. 3.4).

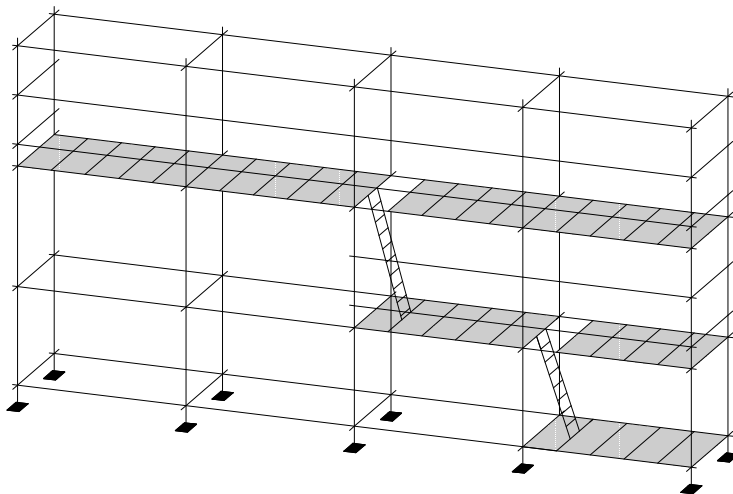


Рис. 3.4. Конструктивная схема лесов хомутовых строительных приставных ЛСПХ-40

Указанный тип лесов предназначен для работ на высоте до 40 метров. Такие леса успешно применяются для работы у зданий сложной формы (с балконами, арками, карнизами и пр.) и при установке на наклонном основании. В силу особенностей конструкции леса хомутовые можно легко собрать в нужную форму. В частности, такие леса можно легко использовать совместно со строительными лесами других типов. Благодаря креплению хомутами (поворотными и глухими) легко можно изменять шаг яруса и, таким образом, регулировать схему каркаса.

Для повышения устойчивости рамных лесов используются стойки различной длины, стыки которых находятся на разных уровнях. На крайних ярусах двух- и четырехметровые стойки чередуются, а в срединных ярусах рекомендуется использовать только четырехметровые стойки.

Стойки, поперечины и связи соединяются при помощи хомутов. В целях безопасности поперечины дополнительно крепятся к пробкам на фасаде здания. Для настила используются деревянные щиты, которые укладывают на связи горизонтально. Подъем на верхние ярусы осуществляется по лестницам. Крюки вверху лестницы крепятся за поперечину, нижний край опирается на настил. Для безопасности на рабочих ярусах устанавливают дополнительные ограждения и бортовые доски. Леса хомутовые необходимо оборудовать заземлением.

Транспортирование строительных лесов может производиться транспортом любого вида в соответствии с действующими для данного вида транспорта правилами перевозки грузов. Перед транспортированием конструктивные элементы лесов должны быть рассортированы по видам (ригели, стойки, связи и т. д.) и связаны в пакеты проволокой диаметром не менее 4 мм в две нитки со скруткой не менее двух витков; мелкие детали должны быть упакованы в ящики. При разгрузке не допускается сбрасывать элементы лесов с транспортных средств.

Хранение лесов должно осуществляться по группе хранения ОЖ4 в соответствии с ГОСТ 15150-69. При длительном хранении элементы лесов должны быть уложены на подкладки, исключаящие соприкосновение их с грунтом. Металлические поверхности лесов, не имеющие лакокрасочных покрытий, при длительном хранении должны подвергаться консервации солидолом по ГОСТ 4366-75 или другой равноценной смазкой. При транспортировке и хранении пакеты и ящики с элементами лесов могут быть уложены друг на друга не более чем в три яруса.

Инструменты и приспособления. В процессе выполнения кладки из штучных искусственных каменных материалов используют следующий рабочий инструмент.

Кельма (ГОСТ 9533) (рис. 3.5, а) – отшлифованная с обеих сторон стальная лопатка с деревянной ручкой. Она предназначена для разравнивания растворной постели горизонтальных швов кладки,

нанесения раствора, при устройстве вертикальных швов, подрезки в швах лишнего раствора.

Растворная лопата (ГОСТ 3620) (рис. 3.5, б) служит для подачи и расстилки раствора на стене, перемешивания раствора в ящике.

Расшивками (ГОСТ 12803) (рис. 3.5, в) обрабатывают (уплотняют) раствор в швах кладки, придают им определенную форму. Профиль поперечного сечения и размеры расшивок должны соответствовать заданной форме и толщине швов.

Молоток-кирочка (ГОСТ 11042) (рис. 3.5, г) используется при рубке целого кирпича на неполномерные заготовки (половины, четвертины и др.) и при теске кирпича.

Швабровка (рис. 3.5, д) предназначена для очистки вентиляционных каналов от выступившего из швов раствора, а также для более полного заполнения швов раствором и заглаживания их. На стальной ручке швабровки внизу закреплена между фланцами резиновая пластина размером $140 \times 140 \times 10(12)$ мм, которая является рабочим органом.

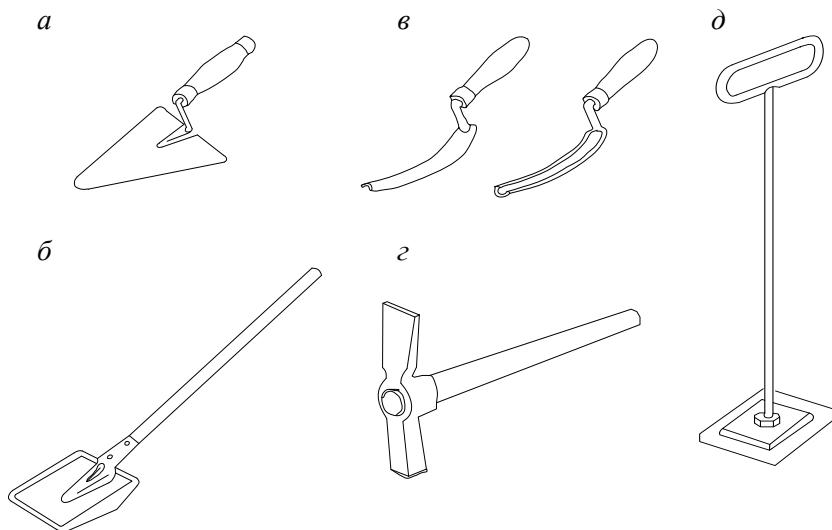


Рис. 3.5. Инструменты для кирпичной кладки:
а – кельма; б – растворная лопата; в – расшивка для выпуклых и вогнутых швов; г – молоток-кирочка; д – швабровка

Наряду с ручным рабочим инструментом, в процессе кладки из штучных искусственных материалов для контроля соответствия выполняемой каменной кладки требованиям действующих ТНПА используют следующий **контрольно-измерительный инструмент**.

Отвесы (ГОСТ 7948) служат для проверки вертикальности стен, простенков столбов и углов кладки, то есть для провешивания кладки. Отвесы массой 200–400 г предназначаются для контроля правильности кладки по ярусам и в пределах высоты этажа, 600–1000 г – для проверки наружных углов здания в пределах высоты нескольких этажей.

Строительный уровень (ГОСТ 9416) применяют для проверки горизонтальности и вертикальности кладки. Корпус уровня – из алюминиевого сплава, длина уровня 300, 500 или 700 мм. На корпусе укреплены две стеклянные трубки-ампулы, изогнутые по кривой большого радиуса. Ампулы наполнены незамерзающей жидкостью так, что в них остается небольшой воздушный пузырек. При горизонтальном положении уровня пузырек, поднимаясь вверх, останавливается посередине между делениями ампулы. Благодаря тому, что стеклянные трубки-ампулы расположены в двух направлениях, строительным уровнем можно проверять не только горизонтальные, но и вертикальные плоскости.

Правило представляет собой отфугованную деревянную рейку сечением 30 × 80 мм, длиной 1,5–2 м. Правило изготавливают также из дюралюминия в виде рейки специального профиля длиной 1,2 м. Правилем проверяют ровность лицевой поверхности кладки.

Деревянный угольник 500 × 700 мм (ТУ 22-3949) применяют для проверки прямоугольности закладываемых углов.

Шнур-причалка – крученый шнур толщиной 3 мм, который натягивают при кладке верст между порядовками и маяками. Шнур-причалка при кладке является ориентиром для обеспечения прямолинейности и горизонтальности рядов кладки, а также одинаковой высоты горизонтальных швов. Для шнура-причалки используют не гигроскопичные материалы с низкими значениями коэффициента температурного линейного удлинения. Рекомендуется использовать в качестве шнура-причалки синтетические нити: капрон, нейлон и др.

Порядовки применяют для разметки рядов кладки, фиксирования отметок низа и верха оконных и дверных проемов, перемычек, прогонов, плит перекрытий и других элементов здания.

Для кладки стен применяют, как правило, деревянные порядовки.

Они представляют собой рейку длиной до 1,8–2 м и сечением 50×50 мм или 70×50 мм на которой через каждые 77 мм (кирпич одинарный) или 100 мм (кирпич утолщенный) нанесены деления (засечки) соответственно толщине ряда кладки. К наружной поверхности стен порядовки устанавливают таким образом, чтобы сторона, на которой размечены ряды кладки, были обращены внутрь здания (в сторону каменщика). Порядовку крепят к кладке П-образными стальными держателями (скобами), которые устанавливаются в горизонтальные швы кладки по ходу кладки через каждые 6–8 рядов по высоте. К порядовкам зачаливают шнур-причалку, по которому ведут кладку (рис. 3.6, б).

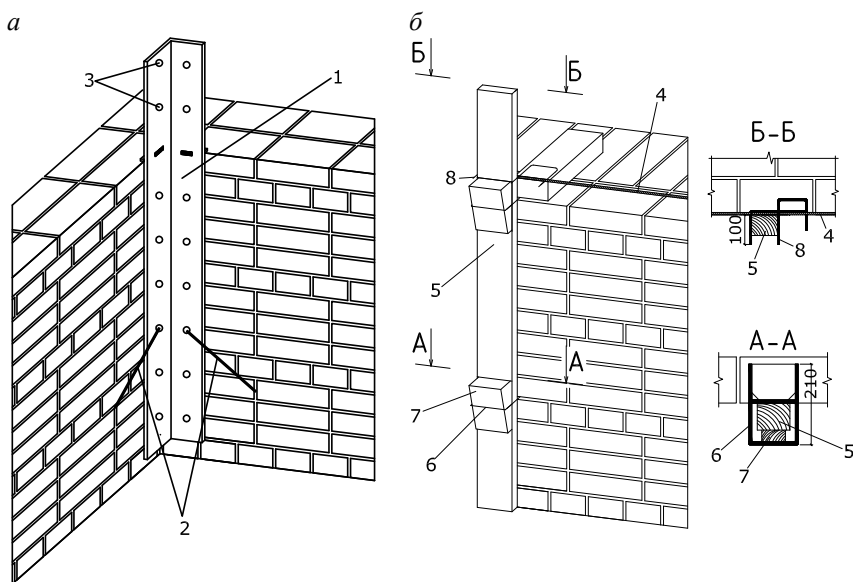


Рис. 3.6. Установка и выверка порядовок:

a – наружной угловой металлической порядовки;

б – промежуточной деревянной порядовки;

1 – металлическая угловая порядовка; 2 – крюки держатели; 3 – отверстия для закрепления шнура-причалки; 4 – шнур-причалка; 5 – промежуточная деревянная порядовка; 6 – держатель порядовки; 7 – клин; 8 – двойная скоба

Для закладки углов здания и «маячных» простенков применяют инвентарные порядовки из металлического уголкового профиля

60 × 60 × 5 мм. На ребре уголка порядовки для закрепления шнура-причалки каждые 77 мм (кирпич одинарный) или 100 мм (кирпич утолщенный) просверлены отверстия (рис. 3.6, а).

Для хранения и переноски комплекта инструментов каменщика рекомендуется пользоваться сумкой в виде контейнера размером 350 × 260 × 100 мм.

3.3. Технология производства работ

Возведение надземной части зданий и сооружений из штучных искусственных каменных материалов – это комплексный технологический процесс, состоящий из связанных между собой простых технологических процессов. Эти технологические процессы можно расчленить на транспортные, подготовительные и непосредственно процесс кладки.

Процесс кладки из штучных искусственных каменных материалов является ведущим. Рассмотрим его на примере кирпичной кладки.

Он состоит из ручных рабочих операций в следующей последовательности:

- закладка углов и простенков;
- установка порядовок;
- натягивание причалок для обеспечения правильности укладки рядов кирпичной кладки;
- подача и раскладка кирпичей на стене;
- перелопачивание раствора в ящике;
- подача раствора на стену и расстиление его под наружную версту;
- укладка наружной версты;
- расстиление раствора под внутреннюю версту;
- укладка внутренней версты;
- расстиление раствора под забутку;
- укладка забутки;
- проверка правильности выложенного ряда кладки.

Последовательность укладки верст может быть другой, в зависимости от системы перевязки и метода организации труда. Кроме этих операций, каменщикам приходится рубить и тесать кирпич, а также расшивлять швы.

Рассмотрим технологию выполнения основных ручных рабочих операций, составляющих процесс кирпичной кладки.

Раскладка кирпича на возводимой стене выполняется в следующем порядке:

для ложковых рядов – параллельно стене или под небольшим углом к ней;

для тычковых рядов – перпендикулярно оси стены.

Для стен толщиной от 2 кирпичей и более кирпичи размещают:

для тычковых наружных верст – стопками по 2 кирпича перпендикулярно оси стены с расстоянием между стопками $1/2$ кирпича или под углом 45° к оси стены;

для ложковых наружных верст – стопками по 2 кирпича параллельно оси стены или под углом 45° к ней с расстоянием между стопками в один кирпич.

На стенах толщиной $1\frac{1}{2}$ кирпича для тычкового ряда кирпичи укладывают стопками по 2 кирпича – одна вплотную к другой параллельно оси стены; для ложкового ряда так же, но с расстоянием между стопками в 1 кирпич.

Для стен толщиной в 1 кирпич при кладке ложкового ряда кирпичи располагают стопками по 2 кирпича, размещаемыми посередине стены параллельно ее оси с расстоянием между стопками в 1 кирпич; для кладки тычкового ряда – на середине стены перпендикулярно ее оси с расстоянием между стопками в $1/2$ кирпича.

Для стен и перегородок толщиной $1/2$ кирпича кирпич раскладывают параллельно оси стены по одному друг за другом.

Раскладку кирпича на стене начинают, отступив на 50–60 см от последнего кирпича укладываемой версты, чтобы иметь место для расстилания раствора. При таком порядке раскладываемый кирпич не мешает каменщику разравнивать раствор на постели и к тому же на перемещение кирпича к месту укладки требуется минимальное количество движений.

Раскладывая кирпичи на стене, нужно следить за тем, чтобы к фасаду здания они были обращены стороной, не имеющей повреждений и отколов.

Подача раствора на рабочее место. При кладке из кирпича раствор занимает 25 % объема кладки. Растворные смеси, приготовленные на заводах или растворных узлах, доставляют обычно на объекты автосамосвалами и разгружают в раздаточные бункера, а при больших расстояниях перевозки сухая растворная смесь разгружается в смеситель-перегрузатель.

В зоне действия подъемного крана растворную смесь перегружают в растворные ящики-контейнеры, которые затем подают на рабочие места каменщиков. Используют ящики объемом 0,38 и 0,25 м³, что соответствует порции строительного раствора на цементном вяжущем веществе, расходуемого в течение двух часов. Из одного ящика удобно брать раствор при фронте работ 3–5 м.

Для подачи раствора к месту укладки применяют также раздаточные бункера. Бункер, загруженный раствором, краном подают на рабочее место, устанавливают над раствором ящиком и выгружают в него требуемое количество раствора. Затем переносят бункер к следующему растворному ящику и таким образом из одного бункера заполняют четыре-пять растворных ящиков.

Один из эффективных способов подачи раствора на рабочие места каменщиков – транспортирование его по трубопроводам с помощью растворонасосов или растворонагнетателей. При этом способе раствор сначала поступает в растворосмеситель, где дополнительно перемешивается, далее подается в растворонасос, с помощью которого и перекачивается по стальным стоякам и резиновым шлангам непосредственно в ящики каменщиков. Излишне поданный объем раствора по обратному трубопроводу возвращается в бункер растворонасоса.

Расстиление и разравнивание раствора по постели. При выполнении кирпичной кладки особое внимание уделяют равномерному по толщине расстилению раствора, так как от этого зависит, будут ли одинаковыми обжатие и плотность раствора в кладке.

Каменщик 2-го разряда подает раствор на стенку и расстиляет его грядкой. Он следит за тем, чтобы грядка раствора имела правильную форму и требуемую ширину. Растворную постель для укладки кирпича каменщик разравнивает кельмой в процессе кладки.

Для ложкового верстового ряда раствор расстиляют растворной лопатой в виде грядки шириной 80–100 мм, для тычкового – 200–220 мм. При кладке впустошовку раствор расстиляют с отступом от лица версты на 20–30 мм. При кладке с полным заполнением швов раствор расстиляют с отступом от лицевой поверхности стены на 10–15 мм.

Толщина грядки раствора, уложенного на стене, в среднем должна быть 20–25 мм. Это обеспечивает при укладке одинарного кирпича высоту горизонтального шва 10 мм. Как правило, для подачи и рассти-

лания раствора на стене пользуются лопатой совковой. Под ложковые ряды раствор расстилают через боковую грань лопаты (рис. 3.7, *а*), а под тычковые ряды – через ее передний край; растворную грядку разравнивают тыльной стороной лопаты (рис. 3.7, *б*).

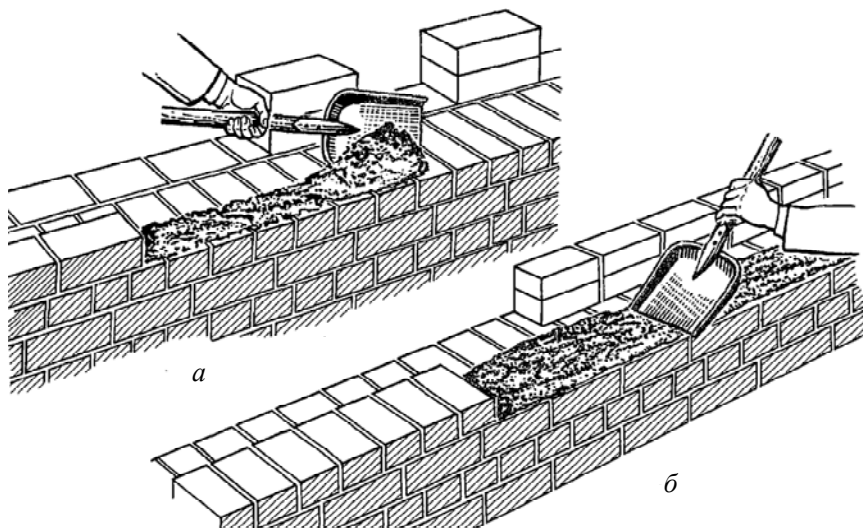


Рис. 3.7. Расстиление и разравнивание раствора лопатой совковой:
а – для ложкового ряда; *б* – для тычкового ряда

При укладке забутки раствор набрасывают лопатой в «корыто», образованное между верстами, и разравнивают также тыльной стороной лопаты.

При кладке столбов сечением до 3×4 кирпича раствор подают на середину столба, а затем расстилают и разравнивают кельмой. При кладке столбов большего сечения раствор расстилают так же, как и при возведении стен.

Для снижения трудоемкости работ по подачи и расстилению раствора на стене рекомендуется использовать совок конструкции Максименко (рис. 3.8, *а*). Вместимость совка Максименко такова, что за один прием можно подать раствор для укладки 8–10 кирпичей.

При кладке перегородок толщиной в $1/2$ кирпича для расстиления раствора применяют лоток (рис. 3.8, *б*).

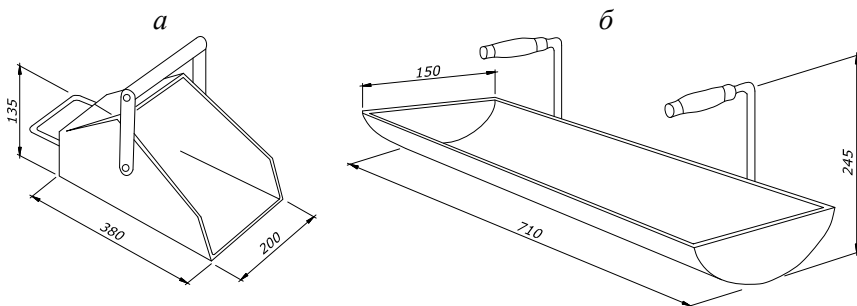


Рис. 3.8. Инструмент для расстиления раствора:
а – совок Максименко; *б* – лоток для раствора при кладке перегородок

Технологическая схема расстиления раствора на стене с помощью совка Максименко приведена на рис. 3.9.

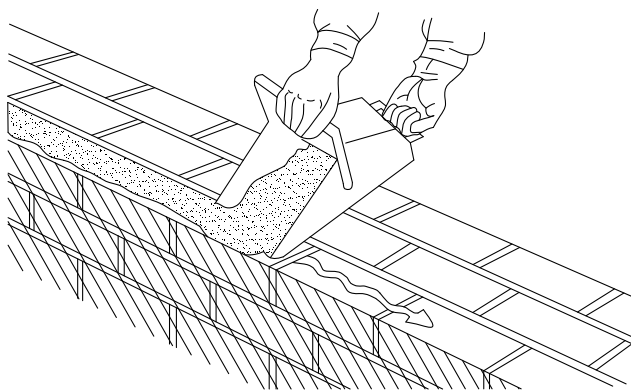


Рис. 3.9. Расстиление раствора совком Максименко

На участках стен с большим количеством дымовых и вентиляционных каналов раствор между каналами расстиляют кельмой, причем его берут со сплошной части стены или с внутренней версты, куда раствор подают заранее.

Глава 4

ВОЗВЕДЕНИЕ НАРУЖНЫХ НЕСУЩИХ СТЕН

В Республике Беларусь после увеличения в 2009 г. нормативного сопротивления теплопередаче наружных стен из штучных материалов для жилых и общественных зданий в 1,6 раза до $3,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ сформировалось два основных направления по реализации требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям зданий и сооружений:

- 1) многослойная кирпичная кладка стен с плитным утеплителем, закрепленным гибкими связями из стеклопластика;
- 2) однослойная кладка стен из технологичных штучных материалов с высокими теплотехническими характеристиками – блоки керамические поризованные пустотелые (СТБ 1719) и блоки ячеистого бетона (СТБ 1117).

4.1. Многослойная кирпичная кладка с плитным утеплителем

Многослойная кирпичная кладка стен с плитным утеплителем, закрепленным гибкими связями из стеклопластика, заменила массово применяемую колодцевую кладку. Основными причинами отказа от колодцевой кладки являются большая площадь «мостиков холода» по глади кладки и низкая ее несущая способность, позволяющая возводить кирпичные здания не более пяти этажей.

Конструктивное решение. У наружных стен здания трехслойная конструкция. Внутренняя верста имеет толщину 380 мм и выполняется из керамического рядового пустотелого утолщенного кирпича марки КРПУ-125/35. Наружная верста (облицовочный слой) принята толщиной 120 мм и выполняется из кирпича лицевого пустотелого утолщенного керамического марки КЛПУ-125/35 (СТБ 1160-99) или пустотелого лицевого утолщенного силикатного по СТБ 1228-2000. В качестве утеплителя на первом этапе массово применялся плитный пенополистирол. На сегодня массово применяют волокнистые минераловатные плиты. Согласно теплотехнических расчетов требуемая толщина плитного утеплителя должна быть не менее 140 мм. При использовании плит пенополистирола в глухих стенах необходимо устраивать противопожарные вертикальные отсечки (керамзитобетонные пояса) не более чем через 6 м.

Между плитным утеплителем и наружным облицовочным слоем устраивается воздушная прослойка толщиной не менее 50 мм. Для вентиляции воздушной прослойки в уровне перекрытия и под оконными проемами применяют вентиляционные продухи с шагом в соответствии с проектом. Вентиляционные продухи устраивают за счет незаполнения вертикальных швов раствором в кладке облицовочного слоя.

Для стока конденсата в уровне вентиляционных продухов предусмотрена гидроизоляция из рулонного водоизоляционного материала шириной 3000 мм по всей длине пояса перекрытий по верху этажа и над монолитными керамзитобетонными поясами по низу этажа.

Для соединения наружного и внутреннего слоя стены применяют стеклопластиковые связи длиной 580 мм, диаметром 6 мм (СТБ 1103). Для обеспечения анкеровки стеклопластиковых связей в кирпичной кладке многослойных стен на связи на заводе-изготовителе устанавливают стальные шайбы (ГОСТ 11371). Шайбы при установке в стены анкеруются в пустоты щелевого кирпича с заделкой щелей с шайбой нижнего ряда кладки раствором. Толщина швов кирпичной кладки, в которых уложены связи из стеклопластика, принята 12 мм. На 1 м³ конструкции многослойной кирпичной кладки наружных стен толщиной 690 мм с гибкими связями из стеклопластика расходуется около 0,16–0,18 м³ кладочного раствора.

Конструктивное решение многослойной кирпичной кладки наружных стен со стеклопластиковыми связями и утеплением плитам приведено на рис. 4.1.

Организация производства работ. До начала производства работ по кирпичной кладке наружных стен должны быть завершены все работы по нулевому циклу и выполнены следующие подготовительные работы:

подготовлена площадка под открытый склад и возведены закрытые склады;

доставлены, прошли входной контроль и складированы на объекте строительные материалы и изделия в объеме не менее чем на 3 суток работы;

с помощью геодезического инструмента определены фактические отметки углов здания; на обрез фундамента вынесены оси здания;

доставлены на рабочее место инструмент, приспособления.

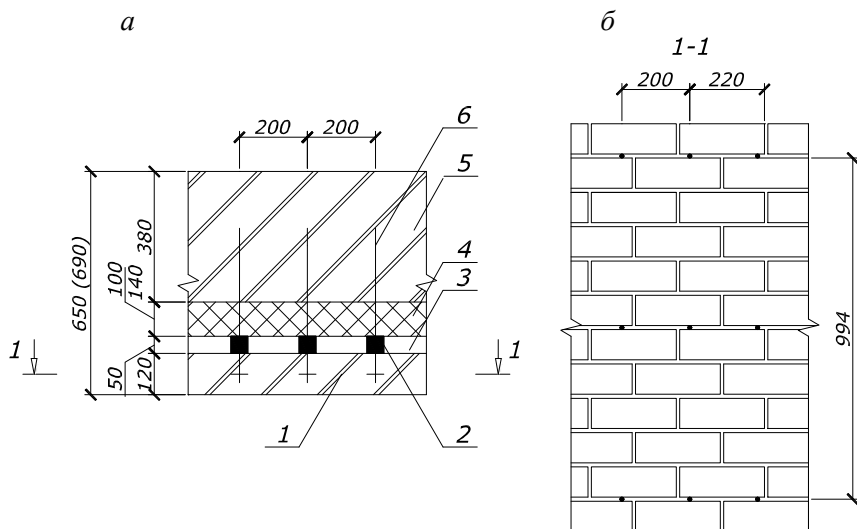


Рис. 4.1. Конструктивное решение многослойной кирпичной кладки с плитным утеплителем:

- a* – поперечное сечение; *б* – схема расстановки стеклопластиковых связей;
 1 – кирпич лицевой (наружная верста); 2 – фиксатор из плитного утеплителя;
 3 – воздушная прослойка; 4 – утеплитель плитный; 5 – внутренняя верста;
 б – стеклопластиковые связи

Кладку трехслойных наружных стен выполняет звено каменщиков в составе: 5-го разряда – 1 человек (звеньевой), 4-го разряда – 2 человека, 3-го разряда – 3 человека.

Звено в процессе кладки стен разбивается на звенья «двойки». Работа звена сводится к работе трех звеньев «двойки». Каждая «двойка» в звене выполняет определенные операции:

первая – ведет кладку наружной версты (облицовочного слоя), устанавливает угловые арматурные сетки и гидроизоляцию;

вторая – ведет установку стеклопластиковых связей, плит утеплителя, противопожарных отсеков;

третья – ведет кладку внутренней версты, установку арматурных сеток под оконными проемами.

Схема работы звена «шестерка» приведена на рис. 4.2.

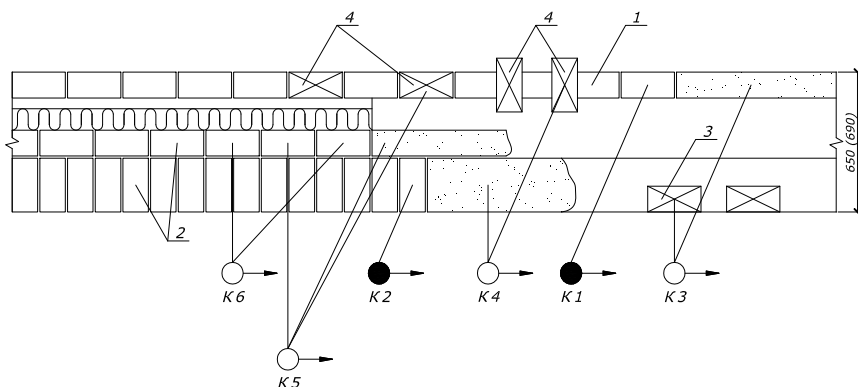


Рис. 4.2. Схема работы звена «шестерка»:

- 1 – кладка наружной версты из лицевого кирпича; 2 – кладка внутренней версты из рядового кирпича; 3 – раскладка лицевого кирпича на внутренней версте; 4 – раскладка рядового кирпича на наружной версте

Технологическая последовательность производства работ

Кладку стен начинают с закладки углов (каменщик 5-го разряда) и «маячных» простенков (каменщики 4-го разряда). Расстояние между углами и «маячными» простенками не должно превышать 12 м. По завершении работ по закладке углов и «маячных» простенков приступают к кладке наружной версты (облицовочного слоя). Работу ведет звено «двойка» в составе каменщика 5-го разряда (К1) и каменщика 3-го разряда (К4).

Последовательность выполнения кладки наружной версты (облицовочного слоя) стен следующая.

До начала работ закрепляют порядовки на углах здания и «маячных» простенках и натягивают шнур-причалку для каждого ряда кладки. Чтобы шнур-причалка не провисал, под него подкладывают промежуточный маяк. Кладка наружного облицовочного слоя ведется на высоту десяти рядов. Система перевязки швов – однорядная (цепная).

Технологический процесс кирпичной кладки следующий.

Каменщик (К4) раскладывает лицевой кирпич и расстиляет раствор толщиной слоя 2–2,5 см. Звеньевой (К1) разравнивает кельмой раствор на участке стены длиной 50–60 см и укладывает лицевой кирпич приемом «вприжим». Каменщик (К4) выполняет вентиляционные продухи

и устанавливает угловые арматурные сетки; вместе с (К1) выполняет гидроизоляцию под продухами над керамзитовыми поясами.

По завершении работ по кладке наружной версты на участке длиной 2–2,5 м в работу включается второе звено «двойка» в составе каменщика 4-го разряда (К3) и каменщика 3-го разряда (К6).

Это звено выполняет следующие работы:

нарезает фиксаторы и плиты утеплителя по размерам; устанавливает и закрепляет их с помощью стеклопластиковых связей;

выполняет противопожарные отсечки из минераловатных плит, производит гидроизоляцию на внутренней версте кладки.

Плиты пенополистирола нарезают станком с нихромовой нитью на столе для резки. Для соблюдения толщины воздушного зазора при установке плитного утеплителя в конструкцию стены нарезают фиксаторы (два нижних, два верхних) размерами 100 × 100 × 50 мм.

Нижние фиксаторы устанавливают в пространство между наружной верстой кладки и выступающей плитой утеплителя, уложенной ранее. Верхние фиксаторы крепят к плите утеплителя гвоздями, не втапливая шляпки гвоздей на 1 см. Плиты утеплителя с фиксаторами устанавливают вплотную к наружной версте кладки. Плиты утеплителя должны плотно примыкать друг к другу в кладке.

Стеклопластиковые связи устанавливают в горизонтальных швах кладки с шагом не более 250 мм по горизонтали, заделывая раствором пустоту кирпича с заанкеренной в ней шайбой стеклопластиковой связи. Шаг установки стеклопластиковых связей по высоте не более 1 м. Среднее количество связей на 1 м² стены – не менее 6 шт.

При применении растворов с пластификаторами (например, щелочного стока производства капролактама ЩСПК, ТУ 113-03-488-84, сертификат № 2445198, изготовитель ПА «Азот», г. Гродно) торцы стеклопластиковых связей предварительно обмазывают битумно-полимерной мастикой (ТУ 400-1-51).

По завершении работ по установке стеклопластиковых связей и плит утеплителя на участке длиной 2–3 м в работу включается третье звено «двойка» в составе каменщика 4-го разряда (К2) и каменщика 3-го разряда (К5). Они выполняют кладку внутренней версты. Каменщик (К5) раскладывает рядовой кирпич и расстилает раствор грядкой, отступая от грани стены 2–3 см. Каменщик (К2) ведет кладку приемом «вприжим», каменщик (К5) устанавливает арматурные сетки под оконными проемами

Возведение многослойной кирпичной кладки достаточно трудоемкий ручной технологический процесс: затраты труда на 1 м³ конструкции стены составляют 7,4–8,2 чел./час.

Оценка эксплуатационной эффективности многослойной кирпичной кладки стен

Как показывает практика, фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен эксплуатируемых жилых зданий, выполненных из многослойной кирпичной кладки стен с утеплителем из плитного беспрессового пенополистирола, закрепленного гибкими связями из стеклопластика, почти на 25 % ниже расчетных значений.

Выполненные натурные исследования технического состояния эксплуатируемых жилых зданий показали, что основной причиной столь существенного снижения теплотехнических характеристик наружного стенового ограждения являются *зазоры между теплоизоляционным слоем (плитным утеплителем) и внутренней верстой кирпичной кладки*. Это приводит к активному конвективному теплообмену в «эффективной» части конструкции стены (внутренняя верста кладки + плитный утеплитель), что и служит основной причиной снижения теплотехнических характеристик многослойной ограждающей конструкции в целом.

Как показывает практика массового строительства, наличие зазоров между теплоизоляционным слоем и внутренней верстой кирпичной кладки обусловлено сложностью технологического процесса возведения многослойной кирпичной кладки.

Очевидно, что для качественного выполнения кладки внутренней версты в составе третьего звена «двойка» должен быть каменщик 5-го разряда (К2).

Наряду с технологической сложностью возведения и высокой материалоемкостью, конструктивное решение многослойной кирпичной кладки имеет большое количество участков наружного стенового ограждения, которые квалифицируются как «мостики холода» – это монолитные пояса из керамзитобетона; сборные железобетонные перемычки над оконными проемами; участки стен, на которые опираются многопустотные сборные железобетонные плиты перекрытия и покрытия.

Как показали натурные исследования, постоянно действующая в неконтролируемом режиме воздушная прослойка не только не выполняет свои функции по просушиванию материалов «эффективной» части конструкции стены, но при увеличении ветровых воздействий на наружное стеновое ограждение приводит к активизации конвективного теплообмена в многослойной конструкции.

Выполненные поверочные расчеты позволили установить, что применение в многослойной кладке в качестве теплоизоляции плит беспрессового пенополистирольного пенопласта толщиной 140 мм приводит к увеличению сопротивления паропроницающей ограждающей конструкции (R_n) до $7,2 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$. Такое значение R_n в эксплуатируемых отапливаемых помещениях со стеклопакетами, при отсутствии системы принудительной вентиляции, приводит к интенсивному накоплению влаги в наружном стеновом ограждении и, как следствие, к снижению эксплуатационной эффективности наружного ограждения в целом.

Укажем, что применение минераловатных плит в аналогичной конструкции «эффективной» части многослойной кладки позволяет снизить сопротивление паропроницающей до $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, то есть более чем в 2,5 раза.

Как показывает практика, эксплуатационную эффективность ограждающих несущих конструкций кирпичных зданий и сооружений, выполненных из многослойной кирпичной кладки стен с утеплителем из плитного беспрессового пенополистирола, закрепленного гибкими связями из стеклопластика при массовом строительстве обеспечить практически невозможно. Кроме того, конструктивное решение наружных стен, выполненных из многослойной кирпичной кладки (рис. 4.1), трудоемко и материалоемко.

Следовательно, разработка эффективных конструктивно-технологических решений кирпичной кладки несущих стен является актуальной задачей.

4.2. Двухслойная кирпичная кладка с плитным утеплителем

Общая часть

Анализ накопленного опыта совершенствования конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен показывает,

что при массовом строительстве кирпичных зданий и сооружений рекомендуется применять двухслойную кирпичную кладку с плитным утеплителем.

Конструктивное решение. Двухслойная кирпичная кладка с плитным утеплителем состоит из двух конструктивных элементов – несущего и теплоизоляционно-отделочного (рис. 4.3).

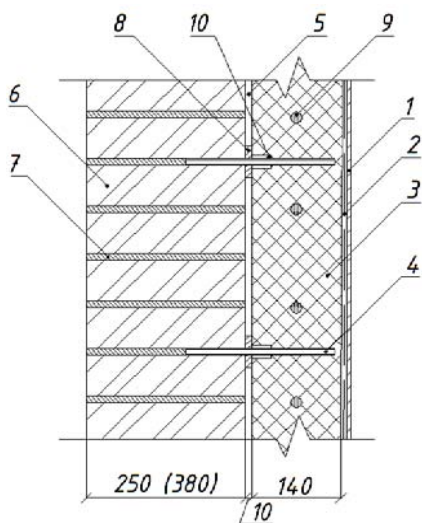


Рис. 4.3. Конструктивное решение двухслойной кирпичной кладки с плитным утеплителем:

- 1 – декоративно-защитный слой;
- 2 – армирующий слой (ССШ-160);
- 3 – теплоизоляционная облицовочная стенная панель;
- 4 – стеклопластиковый анкер-кронштейн;
- 5 – воздушная прослойка;
- 6 – кирпичная кладка;
- 7 – цементно-песчаный раствор;
- 8 – фиксатор;
- 9 – соединительные штифты;
- 10 – втулка

Несущий элемент – это кирпичная кладка из полнотелого керамического кирпича на цементном кладочном растворе.

Сопrotивление теплопередаче при теплотехнических расчетах наружного ограждения рекомендуется не учитывать, так как при эксплуатации зданий за счет увлажнения кирпича атмосферными осадками коэффициент теплопроводности кирпичной кладки будет существенно увеличиваться. Толщина стены определяется с учетом действующей нагрузки. Поверочные расчеты показали, что толщина стены в 250 мм для жилых зданий до пяти этажей является достаточной. Для жилых зданий до девяти этажей достаточна толщина кирпичной кладки 380 мм.

Для закрепления (навески) теплоизоляционно-отделочных элементов по ходу возведения несущего элемента (кирпичной кладки) в горизонтальные швы устанавливаются стеклопластиковые анкеры-

кронштейны диаметром 8 мм. Количество (шаг расстановки) стеклопластиковых анкеров-кронштейнов определяется расчетом.

Наружная поверхность кладки не оштукатуривается, и швы не расшиваются.

Теплоизоляционно-отделочный элемент совмещает две функции: обеспечивает и требуемое сопротивление теплопередаче наружного стенового ограждения, и защиту кирпичной кладки несущего элемента от атмосферных воздействий с одновременной отделкой фасада.

Теплоизоляционно-отделочные элементы изготавливают в заводских условиях. В качестве утеплителя рекомендуется применять негорючие плитные материалы. Наиболее эффективны волокнистые негорючие минераловатные плиты. На строительную площадку теплоизоляционно-отделочные элементы поставляются в полной заводской готовности, то есть на них выполнен декоративно-защитный слой.

Для снижения трудоемкости технологического процесса по навеске теплоизоляционно-отделочных элементов на стеклопластиковые анкера-кронштейны рекомендуется изготавливать элементы блоками размером 2000×1000 мм. Конструктивно такой блок состоит из двух минераловатных плит размерами 1000×500 мм, соединенных на стеклопластиковых штифтах 9.

Во избежание появления «мостиков холода» стыки между отдельными блоками монтируемых теплоизоляционно-отделочных элементов решаются соединением типа «фолдинг» (рис. 4.4).

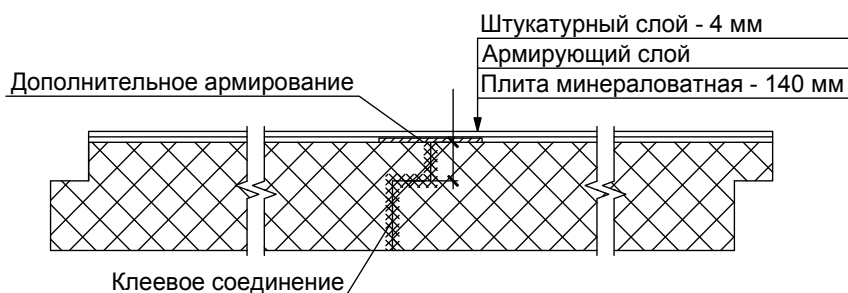


Рис. 4.4. Конструктивное решение стыка типа «фолдинг»

Для активизации просушивания кирпичной кладки в летний период от накопленной в осенне-зимний период эксплуатационной

влаги рекомендуется при толщине несущего элемента (кирпичной стены) 380 мм и более устраивать герметичную воздушную прослойку. Технологически просушивание осуществляется с использованием системы вытяжек (шиберов), установленных в теплоизоляционной облицовочной стеновой панели, которые открывают в теплое время года и закрывают на зиму.

Технология производства работ. На первом этапе выполняется кирпичная кладка несущего элемента наружных стен.

Кирпичная кладка выполняется звеном «двойка» в составе: каменщики 5-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 1 человек. Отличительной особенностью кладки несущего элемента от массово применяемой кладки толщиной в один кирпич или в $1\frac{1}{2}$ кирпича является то, что для последующей установки (навески) теплоизоляционно-отделочных элементов в горизонтальные швы кладки по ходу ее выполнения устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны диаметром 8 мм. Шаг расстановки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов определяется расчетом и дается в проектной документации.

По завершении общестроительных работ надземного цикла приступают к монтажу теплоизоляционно-отделочных блоков. Вначале выполняется монтаж маячных блоков на углах здания. Затем монтируют маячные блоки по фасаду здания. Установка маячных блоков контролируется геодезических инструментов. Применение стыкового соединения типа «фолдинг» существенно снижает трудоемкость монтажа рядовых теплоизоляционно-отделочных блоков.

Работы по навеске блоков на стеклопластиковые анкеры ведутся звеном монтажников в составе: 4-й разряд – 1 человек, 3-й разряд – 1 человек. В качестве средств подмащивания используют подвесные строительные люльки. При работе на зданиях высотой до 30 метров рекомендуется использовать двухместную электрофицированную люльку типа ЛЭ-30-250, для зданий высотой до 80 метров – двухместную электрофицированную люльку типа ЛС-80-250.

Предложения по снижению трудоемкости кирпичной кладки

Кирпичные жилые здания, благодаря возможности создания в них комфортных условий для проживания, за счет высоких эксплуатационных характеристик кирпича наиболее привлекательны для на-

селения. Однако высокая трудоемкость возведения несущих наружных кирпичных стен на строительной площадке привела к тому, что на сегодня стоимость 1 м² жилой площади в кирпичных зданиях существенно выше, чем в панельных зданиях и даже в зданиях, несущий каркас которых выполнен из монолитного железобетона.

Учитывая, что в Республике Беларусь сегодня работает более 30 современных высокопроизводительных линий по выпуску кирпича и имеются огромные запасы минерального сырья для выпуска кирпича, повышение технологичности кирпичной кладки является актуальной задачей. Очевидно, что ее кардинальное решение возможно только при замене ручного технологического процесса кирпичной кладки на строительной площадке на механизированный процесс.

Анализ конструктивно-технологических решений кирпичных стен позволяет сделать вывод, что наиболее перспективным, с точки зрения сложившейся практики, ***является технология возведения несущих стен из кирпичных блоков заводского изготовления.***

В специализированных цехах кирпичных заводов изготавливают конструктивные элементы (простенки) двухслойных стен. *Готовые простенки (с оштукатуренными внутренними поверхностями) доставляются на возводимый объект, где из них монтируют несущий элемент стены.* Стыки соединения монтируемых простенков по высоте рекомендуется выполнять сваркой выпусков арматуры, установленной в кирпичную кладку блоков (простенков), изготовленных на заводе.

Применение несущих элементов заводского изготовления при возведении двухслойной кирпичной кладки с плитным утеплителем (рис. 4.3) позволяет за счет применения стыка типа «фолдинг» (рис. 4.4) исключить появления «мостиков холода» по глади стены на участках размещения стальной арматуры.

Очевидно, переход к возведению несущих наружных двухслойных кирпичных стен из конструктивных элементов заводского изготовления может существенно снизить стоимость 1 м² жилой площади кирпичных зданий, что позволит увеличить спрос на кирпич и сохранить рабочие места на кирпичных заводах за счет организации дополнительных цехов по изготовлению конструктивных элементов (простенков).

4.3. Возведение стен из блоков керамических поризованных пустотелых

Общие положения

Физико-механические показатели блоков керамических поризованных пустотелых (СТБ 1719-2007) благоприятствуют возведению несущих конструкций зданий малой и средней этажности (до 5 этажей включительно). Благодаря своему конструктивному решению, блоки имеют высокие теплотехнические характеристики ($\lambda = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$), что позволяет использовать блок керамический поризованный пустотелый пазовый марки КППП с геометрическими размерами $510 \times 250 \times 138$ мм для кладки наружных стен зданий и сооружений без их дополнительного утепления. По объему блок керамический марки КППП $510 \times 250 \times 138$ мм равен примерно девяти кирпичам обычного формата. Его ложковые стороны выполнены в особой ребристой форме, что разрешает не выполнять вертикальные кладочные швы и тем самым существенно снизить трудоемкость работ при возведении 1 м^3 кладки наружных стен из блоков керамических (СТБ 1719-2007). Однако отсутствие технологических карт и норм затрат труда на 1 м^3 конструкции стены из блоков керамических поризованных пустотелых пазовых марки КППП приводит к тому, что пока нельзя выполнить расчеты и оценить фактическую эффективность такой кладки.

При возведении наружных стен из блоков керамических поризованных пустотелых **рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ.**

Предварительно на обрез фундамента и на площадь будущей кладки наносят тонкий слой водонепроницаемого раствора и раскатывают слой рулонной гидроизоляции (армированная полиэтиленовая пленка) – вровень с внешней поверхностью возводимой стены и выпуском внутрь помещения на 2–3 сантиметра. Затем расстилается слой кладочного раствора, который обеспечивает проектную отметку обреза фундамента. Перед установкой блоков на поверхность выравнивающего слоя кладочного раствора наносится тонкий слой цемента. Это обеспечит снижение подвижности подстилающего слоя раствора и позволяет щелевому блоку не погрузиться в раствор.

После завершения подготовительных работ приступают к установке угловых блоков, применяя уровень и резиновую киянку. После проверки полученного расстояния между углами полностью выкладывается первый ряд блоков, при этом не допускается горизонтальное надвигание блоков, каждый блок вдоль направления паз – гребень устанавливается сверху.

При возведении стен необходимо соблюдать правила перевязки вертикальных швов кладки. Сдвиг одного ряда кладки относительно другого должен составлять не менее $0,4h$, где h – высота блока. После завершения кладки первого ряда блоков по всему периметру стен здания работы прекращаются на 12 часов и начинаются вновь с установки угловых блоков. Положение каждого блока контролируется при помощи уровня, отвеса и шнура-причалки. Отступление от проектного положения поправляется при помощи резиновой киянки.

Фрагмент кладки из блоков керамических поризованных пустотелых марки КППП $510 \times 250 \times 138$ мм приведен на рис. 4.5.

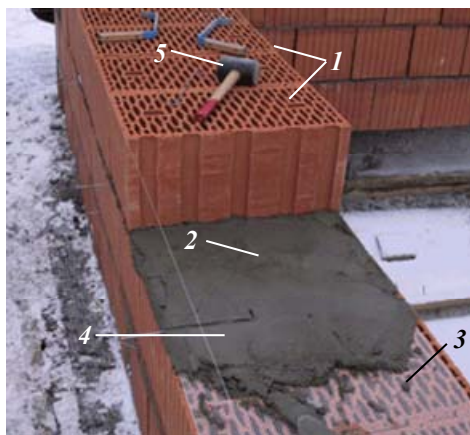


Рис. 4.5. Фрагмент кладки наружной стены из блоков керамических поризованных пустотелых:

- 1 – блок керамический поризованный пустотелый марки КППП $510 \times 250 \times 138$ мм;
- 2 – кладочный раствор; 3 – полиэтиленовая пленка; 4 – шнур-причалка;
- 5 – резиновая киянка

Перевязка внешней стены с внутренними стенами и перегородками выполняется при помощи стальных перфорированных анкеров, закладываемых в постельный шов каждого второго ряда (рис. 4.6).

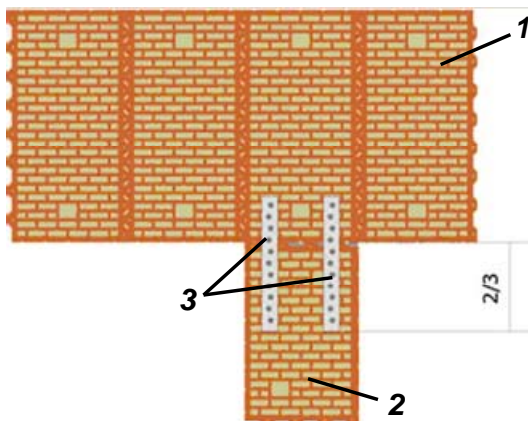


Рис. 4.6. Узел перевязки внешней стены с внутренними стенами:
 1 – наружная стена; 2 – внутренняя стена (перегородка);
 3 – стальной перфорированный анкер

Для предохранения от попадания атмосферных осадков в пустоты поризованных блоков по окончании смены кладку защищают, накрывая ее водоизоляционными материалами (полиэтиленовой пленкой, брезентом и др.).

Кладку стен из блоков керамических поризованных пустотелых для обеспечения требуемых теплотехнических характеристик рекомендуется выполнять на легких (теплых) кладочных растворах, которые не образуют «мостиков холода» в горизонтальных кладочных швах. Снижения площади «мостиков холода» можно добиться применением для кладки из блоков полимер-модифицированных растворов. Готовые смеси содержат полимер, способствующий удержанию влаги, что в свою очередь позволяет выполнять горизонтальные швы высотой 2–4 мм.

Как правило, наружные стены, выполненные из блоков керамических поризованных пустотелых, облицовывают кирпичом.

Для обеспечения связи лицевой кладки и кладки из крупноформатных блоков по подстилающему слою кладочного раствора укладываются арматурные связи в виде сварных сеток. Армирование необходимо выполнять через каждые два блока.

Схема перевязки лицевой кладки с кладкой из блоков керамических поризованных пустотелых приведена на рис. 4.7.

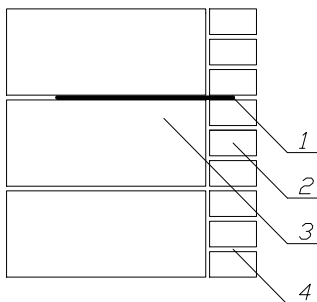


Рис. 4.7. Схема перевязки лицевой кладки с кладкой из марки КППП:
 1 – арматурная связь (сварная сетка); 2 – лицевой кирпич;
 3 – блок марки КППП;
 4 – кладочный раствор

4.4. Возведение стен из легкобетонных блоков

Наружные стены. Материалы для возведения стен. Для возведения наружных несущих и самонесущих стен зданий и сооружений рекомендуются керамзитобетонные, газобетонные блоки, блоки из автоклавных ячеистых бетонов и пенобетонные стеновые блоки. Кладка стен выполняется как на цементно-песчаных растворах, так и на клеевом растворе сухих смесей № 118, 118.1, 118.2 (белая). Применение клеевого раствора позволяет существенно увеличить сопротивление теплопередаче наружных стен за счет уменьшения высоты шва кладочного раствора.

Сухие смеси поставляются в бумажных мешках по 40 кг или на поддонах по 25 мешков (1000 кг). Они должны храниться в закрытых сухих складских помещениях при температуре не ниже +5 °С. Мешки складировать на поддоны в ряды по высоте не более 1,8 м. Срок хранения смесей в сухих условиях и герметичной упаковке не более 9 месяцев.

Приготовление растворов смесей из сухой растворной смеси осуществляется непосредственно перед укладкой блоков. Рецепт приготовления растворов приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Рецептура приготовления клеевого раствора

№ растворной смеси	Компоненты	
	Сухая смесь, г	Вода, л
118; 118.1; 118.2	1000	0,25

Расход сухой растворной смеси на 1 м³ кладки при высоте шва до 3 мм составляет 28 кг.

Для приготовления раствора сухую смесь высыпают в емкость с чистой водой, интенсивно перемешивают с помощью миксера до получения однородной массы.

Смесь пригодна к употреблению после 5 минут созревания и повторного размешивания. Смесь сохраняет свои свойства в течение 60 минут (в зависимости от температуры воздуха).

Для кладки блоков из ячеистого бетона в холодное время года применяется сухие растворные смеси № 118, 118.1, 118.2 с добавкой поташа.

Рецептура приготовления раствора с противоморозной добавкой дана в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Рецептура приготовления клеевого раствора с противоморозной добавкой

Температура наружного воздуха, °С		Расход на 1 кг сухой смеси		Расход на 1 л раствора сухой смеси	
от	до	30%-й раствор поташа, мл	Количество воды, мл	30%-й раствор поташа, мл	Количество воды, мл
0	-5	42	208	63	312
-6	-10	55	195	83	293
-11	-15	70	180	105	285

Затворение смесей производят холодной водой. Подогрев растворных сухих смесей с поташом запрещается.

После добавления воды и противоморозной добавки раствор должен быть выработан в течение 1 часа. Минимальная температура наружного воздуха, при которой разрешается выполнять кладку, не ниже -15 °С.

Для приготовления 30%-го раствора поташа (плотность 1,248 г/см³) нужно в 1 литре воды ($t = 40 - 80$ °С) растворить 430 г поташа. Водный раствор поташа необходимо хранить в плотно закрытой емкости. Для предотвращения выпадения кристаллов соли водный раст-

вор следует периодически перемешивать с проверкой его соответствия требуемой плотности (по ареометру).

В холодное время года при применении сухих растворных смесей № 118, 118.1, 118.2 с противоморозными добавками для кладки первого ряда блоков в качестве выравнивающего слоя используют кладочный раствор марки, указанной в проекте на строительство объекта, с противоморозными добавками и приготовленный на растворо-бетонном узле.

Организация производства работ. К началу производства работ по возведению надземной части зданий должны быть закончены подготовительные работы. В первую очередь, доставлены на открытый приобъектный склад строительные материалы (стеновые блоки) в объеме, достаточном на трое суток работы.

Стеновые блоки из ячеистых бетонов на строительную площадку, как правило, доставляют автотранспортом на поддонах с закреплением упаковочной ленты. Для защиты от атмосферных осадков поддоны с блоками ячеистого бетона должны быть укрыты специальными полиэтиленовыми пакетами. На одном поддоне с упаковочными размерами $1205 \times 1000 \times 1230$ (h) мм перевозится $1,8 \text{ м}^3$ блоков из ячеистого бетона.

Разгрузка и подъем поддонов производится с помощью специальной траверсы или мягкими стропами на выровненную и уплотненную площадку складирования. Поддоны с блоками хранятся рассортированными по типоразмерам в штабелях не более двух ярусов по высоте.

До начала возведения наружных стен должна быть выполнена работа по подготовке поверхности основания, которая включает проверку его горизонтальности (используется уровень) и соответствия отметки обреза фундамента проектной (нивелирование поверхности). При необходимости выравнивание основания выполняют цементно-песчаным раствором в соотношении 1 : 3. Наносится выравнивающий слой растворной смеси нужной толщины на очищенное основание по всей ширине стены при помощи кельмы или гребенки.

Кладку стен из блоков ячеистого бетона выполняет бригада каменщиков, сформированная из звеньев «двойка» в составе:

кладка средней сложности – каменщик 4-го разряда – 1 человек, каменщик 3-го разряда – 1 человек.

простая кладка – каменщик 3-го разряда – 2 человека.

Каждое звено «двойка» выполняет весь цикл процессов по возведению кладки.

Технологическая последовательность выполнения работ.

До начала работ по возведению наружных стен выполняют следующие подготовительные операции:

каменщики на рабочем месте нарезают с использованием ручного инструмента пилы-ножовки (механической ленточной пилы, электропилы) и разметочного угольника неполномерные блоки, необходимые для перевязки швов вертикальных ограничений, мест примыкания и пересечения стен, простенков;

раскладывают необходимые типоразмеры блоков для кладки стен одного ряда вдоль оси стены;

приготавливают растворную смесь.

Непосредственно процесс кладки стен начинают с установки угловых и простеночных маячных блоков. Для выполнения кладки первого ряда блоков каменщики натягивают на уровне верха маячных блоков, на расстоянии 2–3 мм от боковой грани, шнур-причалку и закрепляют его. Для устранения провисания шнура-причалки при значительной длине стены (простенка) устанавливают промежуточные маячные блоки.

По завершении кладки первого ряда блоков выполняется разметка местоположения проемов, а также мест примыканий внутренних стен и перегородок к наружным стенам. Затем выполняют укладку блоков следующих рядов.

Растворная смесь при помощи зубчатой гребенки (гладилки) равномерно наносится на ранее уложенные блоки в следующей последовательности: сначала на вертикальную поверхность (торец блока), а затем на горизонтальную. После этого укладывают и прижимают блок. Высота шва между блоками не должна превышать 3 мм. В случае применения стеновых блоков с пазом и гребнем, раствор наносится только на горизонтальную поверхность ранее уложенного блока.

Кладка блоков ведется с перевязкой в полблока. Каждый уложенный блок следует выравнивать с помощью специального резинового молотка. Выступающий из шва раствор не затирается, а удаляется с помощью мастерка. После укладки каждого ряда блоков их выравнивают при помощи терки или рубанка, а затем щеткой сметают пыль и мелкие осколки. Стены из блоков ячеистого бетона

должны иметь гидроизоляцию в местах их примыкания к цоколю, полу первого этажа и подвалу. После укладки блоков одного ряда натягивается причальный шнур для следующего ряда кладки.

По мере выполнения кладки для образования проемов укладываются армированные брусковые перемычки или блоки лотковые для перемычек.

Перемычки из ячеистого бетона (ТУ РБ 05891370-131-97) укладываются вручную на растворную смесь. Площадка опирания перемычек должна составлять не менее 120 мм.

Перемычки из лотковых блоков (ТУ РБ 05891370-158-98) укладываются вручную на опалубку, установленную над проемом. При этом боковая стенка U-образного блока, имеющая большую толщину, должна находиться снаружи. В углубление U-образного блока вставляется арматурный каркас и заливается тяжелый бетон. Тяжелый бетон уплотняется штыкованием с помощью шуровки.

U-образные блоки с каждой стороны должны заходить на стену не менее чем на 250 мм. Последний ряд блоков выкладывается выравнивающими блоками.

При влажности наружного воздуха ниже 40 % и температуре выше +25 °С поверхность блоков непосредственно перед укладкой следует обильно увлажнять водой.

Глава 5

УСТРОЙСТВО ПЕРЕГОРОДОК

5.1. Кирпичные перегородки

Общие положения

Кирпичные перегородки чаще всего выполняют из полнотелого красного кирпича, оштукатуренные с двух сторон. Ввиду того, что они имеют существенный вес (1 м² перегородки в 1/2 полнотелого кирпича весит около 280 кг), основной объем в многоэтажных жилых зданиях составляют перегородки в 1/4 кирпича (толщиной 65 или 88 мм). Кирпичные перегородки толщиной в 1/2 кирпича возводят ложковой кладкой на простых растворах.

Во избежание образования трещин и разрушения кирпичных перегородок в процессе эксплуатации зданий и сооружений необходимо руководствоваться следующими конструктивными требованиями.

Перегородки на первых этажах зданий без подвала должны опираться на предварительно выполненный фундамент. На этажах с железобетонными перекрытиями перегородки должны опираться непосредственно на перекрытие. Крепление перегородок к железобетонным плитам перекрытия может осуществляться следующими способами:

установкой в просверленные в железобетонных плитах перекрытия отверстия металлической арматуры (один конец прутка вбивают в несущую конструкцию перекрытия, другой размещают в горизонтальном шве кладки);

с помощью металлических профилей (которые, в свою очередь, монтируются на дюбелях).

Основание будущей перегородки обязательно выравнивается цементно-песчаным раствором. Далее укладывается тонкий слой раствора, на который, выставив по уровню, монтируют первый ряд кладки стен перегородки.

Для повышения устойчивости перегородок из кирпича, уложенного на ребро (в 1/4 кирпича), их следует армировать по вертикали и горизонтали, образуя ячейки размером 525 × 525 мм. В швы по контуру таких ячеек укладывают арматуру: либо полосовую сталь сечением 2 × 25 мм, либо по два прутка диаметром 4–6 мм.

В коротких перегородках длиной до 1,5 м и толщиной 65 мм армирование выполняют только в горизонтальных швах через два-три ряда кирпичей.

Толщина кирпичных перегородок обычно равна 1/4 кирпича при длине перегородки до 3 м и высоте до 2,7 м, а при большей длине и высоте – 1/2 кирпича.

Кладку перегородок из кирпича и камней правильной формы, как правило, выполняет звено «двойка».

Перегородки выкладывают ярусами. *Учитывая, что в сыром виде кирпичная кладка в 1/4 кирпича очень неустойчива, выкладывать ее за один этап можно не более чем на 1,5 метра. К возведению следующего яруса кирпичной кладки приступают только после того, как кладочный раствор схватился.*

Перегородки выкладывают на растворе марки не ниже М10. Для обеспечения их устойчивости в местах сопряжения с капитальными стенами забивают стальные ерши или штыри. При кладке перегородок толщиной 1/2 и 1/4 кирпича особое внимание уделяют качеству заполнения швов раствором, правильности положения каждого кирпича, вертикальности кладки в целом.

Чтобы добиться хорошего качества кладки углов, рекомендуется применять шаблоны из досок, остроганных с наружной и отфугованных с внутренней рабочей стороны (рис. 5.1).

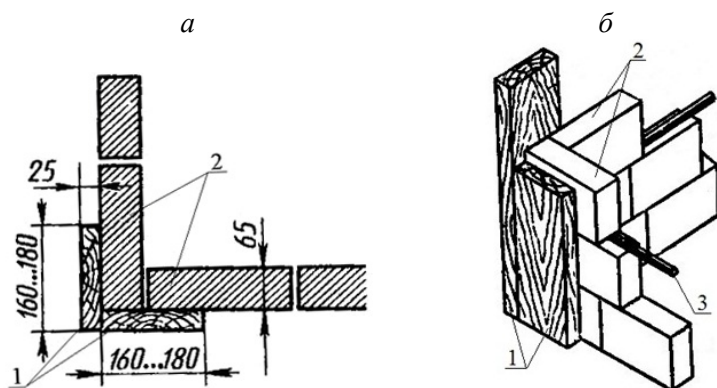


Рис. 5.1. Кладка перегородок с шаблоном из досок:
а – кладка угла перегородки; б – армированная кладка;
1 – шаблон из досок; 2 – кирпичная кладка стенки перегородки;
3 – армирующие стержни

При возведении перегородок в помещениях, где уже смонтированы перекрытия, шаблон устанавливают по отвесу враспор между полом и потолком помещения. В процессе кладки угловые кирпичи укладывают вплотную к шаблону с перевязкой. Применение такого шаблона обеспечивает не только большую точность установки перегородок, но и значительно ускоряет работу каменщика.

Перегородки отдельных санузлов и ванн толщиной 1/2 и 1/4 кирпича выкладывают с применением металлического шаблона (рис. 5.2).

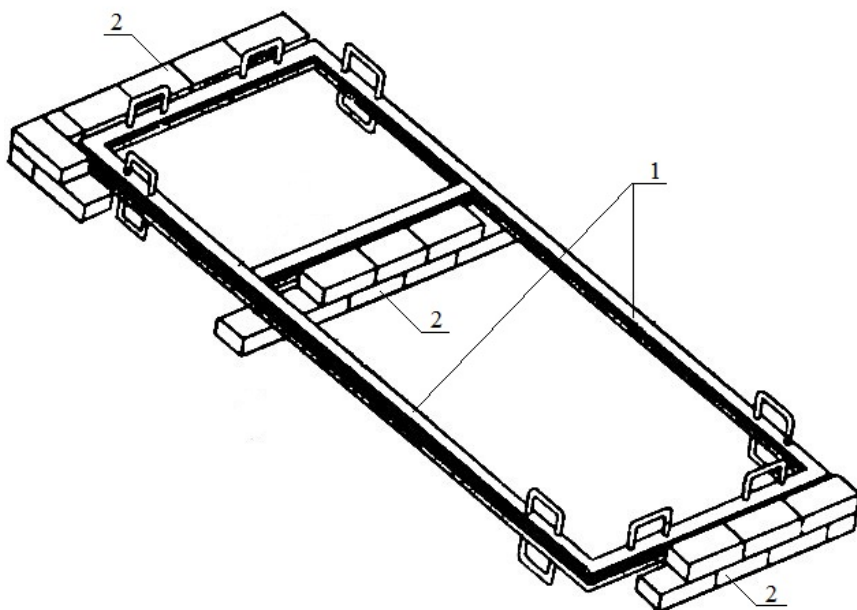


Рис. 5.2. Кладка перегородок с применением металлического шаблона:
1 – металлический шаблон для кладки перегородок;
2 – кирпичная кладка перегородок

Звено «двойка» устанавливает шаблон 1 для безразметочной кладки стенок санузла по рискам, нанесенным мастером. По шаблону выкладывают первые два ряда кладки 2, проверяют с помощью правила качество выполненной кладки, после чего снимают шаблон. Затем устанавливают угловые шаблоны или обычные порядовки и продол-

жают кладку стенок. По ходу кладки каменщики забивают в швы капитальных стен металлические ерши (2–3 ерша по высоте стены), привязывая к ним мягкой проволокой прутки арматуры. В процессе кладки перегородок с каждой стороны дверного проема на высоте 1/3–1/4 проема от низа и верха его устанавливают в кладке деревянные антисептированные пробки (размер их обычно равен 1/2 кирпича) для последующего крепления к ним дверных коробок.

Выложив перегородки на высоту первого яруса (отметка 1,2 м), каменщики убирают из санузла поддон из-под кирпича и устанавливают в санузле средства подмащивания и продолжают кладку перегородок.

По ходу кладки устанавливают арматуру, пробки для крепления дверных коробок, перемычки над проемами.

Вертикальность и горизонтальность рядов кладки периодически проверяют при помощи отвеса, правила и уровня. Выравнивают кладку легким постукиванием молотка-кирочки по правилу, приложенному с внешней стороны перегородок.

Дверные проемы в перегородках перекрывают типовыми железобетонными брусковыми перемычками или монолитными, выполненными с использованием монтажной деревянной опалубки.

Кладку последних двух рядов выполняют одновременно. Каждый кирпич последнего ряда заклинивают у потолка мелкими камнями или кирпичным боем на цементном растворе. Применение деревянных клиньев не рекомендуется, так как возможная со временем усушка древесины может привести к обрушению перегородки.

5.2. Перегородки из блоков ячеистого бетона

Общие положения

Для устройства перегородок в зданиях и сооружениях применяются блоки из ячеистых бетонов (СТБ 1117-98) толщиной 100 мм, 150 мм и 200 мм, плотностью D500. Кладка перегородок осуществляется как на цементно-песчаной растворе, так и на клеевом составе. Применение блоков ячеистого бетона позволяет существенно снизить вес 1 м² перегородки и трудоемкость возведения (один блок может заменить до 15–20 кирпичей).

За счет тонких швов (при кладке на клеевом составе) кладка высыхает намного быстрее кирпичной. Качество поверхности кладки из блоков позволяет исключить из технологического процесса отделки обязательное оштукатуривание, а ограничиться чистовой шпатлевкой. Все перечисленное обеспечивает массовое устройство перегородок с использованием блоков из ячеистых бетонов.

Высота перегородок из блоков подбирается из условия прочности и устойчивости конструкции. Длина перегородки не должна превышать 3 м при толщине блока 100 мм и 5 м при толщине блока 200 мм, при условии крепления ее к стенам с шагом 1 м по высоте и с шагом 2 м к плитам перекрытия по длине перегородки. При высоте более 3 м перегородку необходимо армировать стеклосеткой (прочность на разрыв не менее 80 кгс/пог. см.) или оцинкованной полосой 50 × 2 мм по всей длине в швах кладки. Для исключения передачи усилий от деформации перекрытий на перегородки между верхним рядом кладки блоков перегородки и плитой перекрытия устраивается зазор, который заполняется эластичной уплотнительной прокладкой (пороизол, вилотерм, минплита).

Устройство перегородок. До начала производства работ проводится предварительная разметка линии местоположения перегородки, то есть ее прокладка на очищенном перекрытии, потолке и прилегающих стенах. Для этой цели рекомендуется использовать лазерный дальномер. До укладки первого ряда блоков выполняют гидроизоляцию из рулонных водоизоляционных материалов. Основание будущей перегородки обязательно выравнивается цементно-песчаным раствором. Далее укладывается тонкий слой раствора, на который, выставив по уровню, монтируют первый ряд блоков перегородки. Крепление перегородок к несущим конструкциям перекрытия может осуществляться с помощью Т-образных анкеров или анкерами из полосовой оцинкованной стали. Крепление перегородок к несущей стене может выполняться с помощью стальных анкеров, которые закладываются в горизонтальный шов каждого второго ряда блоков (рис. 5.3).

Если перегородка примыкает к несущей стене, в которую предварительно не установили стальные анкера, соединение стен выполняется с помощью соединительных элементов типа «L» (рис. 5.4).

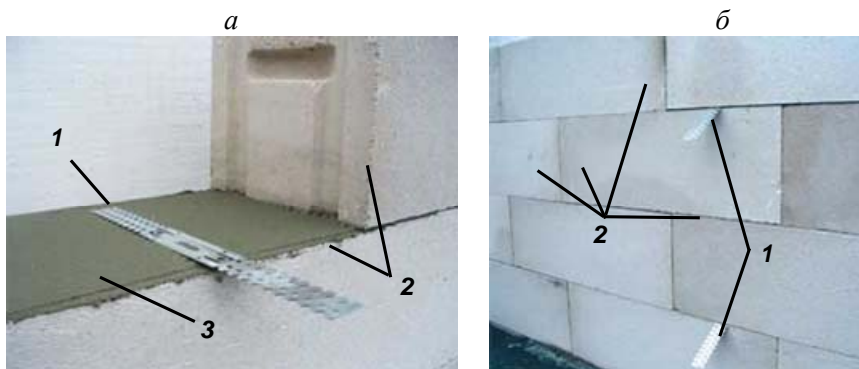


Рис. 5.3. Крепление перегородок к несущей стене стальными анкерами:
а – закрепление стального анкера в горизонтальном шве;
б – расположение стальных анкеров по высоте несущей стены;
 1 – стальной анкер; 2 – блоки ячеистого бетона;
 3 – слой кладочного раствора

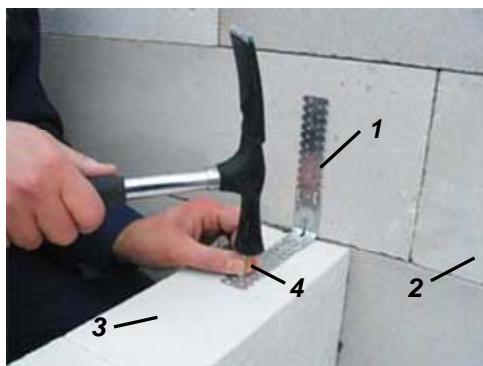


Рис. 5.4. Соединение перегородок к несущей стене с помощью соединительных элементов типа «L»:
 1 – соединительный элемент типа «L»; 2 – несущая стена; 3 – возводимая перегородка; 4 – крепежные элементы (гвозди или распорные дюбеля)

Такое решение применяют, если для возведения перегородок используются блоки, размеры которых отличаются от использованных для возведения стен.

Разница в высоте блоков может привести к тому, что горизонтальные швы в стенах и перегородках не будут совпадать и исполь-

зывать простые соединительные элементы будет невозможно. Для применения загнутых соединительных элементов их необходимо соответствующим образом прикрепить к стенам. В зависимости от используемых блоков это можно сделать с помощью гвоздей или распорных дюбелей.

Кладка перегородок ведется так же, как и кладка несущих стен. Работы выполняет звено каменщиков в составе: 4-й разряд – 1 человек; 2-й разряд – 1 человек.

Проемы в перегородках могут перекрываться как типовыми железобетонными брусковыми перемычками, так и при помощи монтажной деревянной опалубки, то есть монолитными перемычками, армированными стержнями арматуры.

5.3. Перегородки из плит гипсовых пазогребневых

Общие положения

Плиты гипсовые пазогребневые для перегородок (ППП) имеют форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и ровными гладкими лицевыми поверхностями; у них стыковочные и опорные поверхности, то есть паз и гребень (рис. 5.5). Изготавливаются ППП согласно СТБ 1786-2007 из строительного гипса следующих типоразмеров: 600 × 300 × 100(80) мм, 667 × 500 × 100(80) мм, 800 × 400 × 100(80) мм и 900 × 300 × 100(80) мм.

Плиты рекомендуются для устройства перегородок с ненормируемым пределом огнестойкости в жилых, общественных и промышленных зданиях с сухим и нормальным режимами эксплуатации.

Гидрофобизированные (влагостойкие) плиты используют для устройства перегородок с ненормируемым пределом огнестойкости в жилых, общественных и промышленных зданиях с повышенной влажностью.

Гипсовые перегородки пазогребневой конструкции по конструктивному решению подразделяются на однорядные и двухрядные.

Перегородки из ППП однорядной конструкции имеют значения индекса шумоизоляции 41 дБ и применяются в качестве межкомнатных.

Двухрядные перегородки из ППП за счет устройства воздушной прослойки между плитами имеют индекс шумоизоляции около 60 дБ и рекомендуются к использованию в качестве межквартирных.

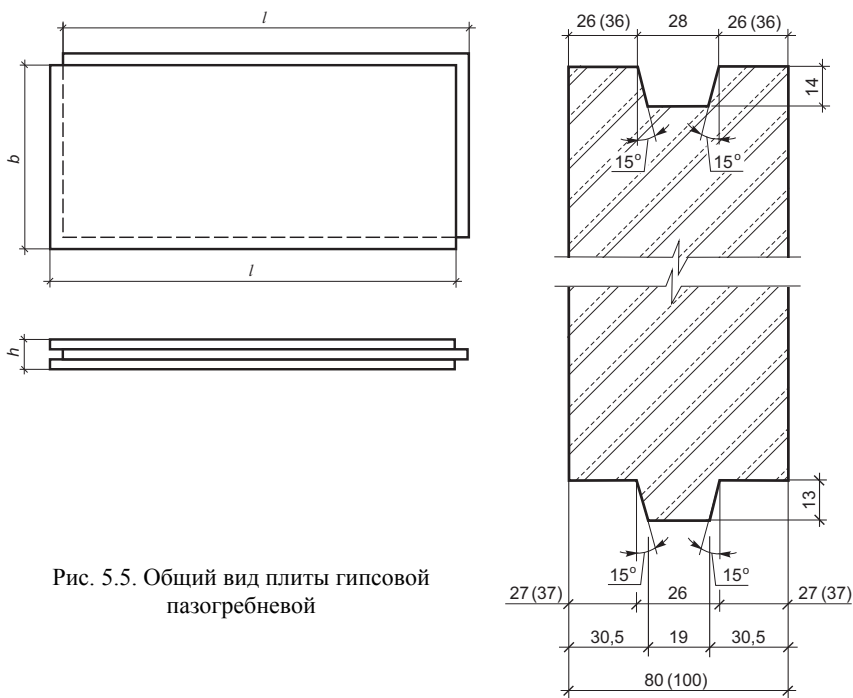


Рис. 5.5. Общий вид плиты гипсовой пазогребневой

Масса 1 м^2 перегородки в 4 раза меньше, чем у кирпичной. Перегородка из пазогребневых элементов не требует оштукатуривания поверхности. ППП легко пилится и обрабатываются, а электропроводка и трубы утапливаются в штрабы, выполняемые простым ручным инструментом.

За счет монтажа плит «паз в гребень» и высокой точности геометрических размеров ППП обеспечивается высокое качество лицевой поверхности перегородок с обеих сторон, что позволяет полностью исключить двухстороннюю штукатурку перегородок в условиях строительной площадки.

Применение гипсовых пазогребневых плит позволяет сэкономить 1 млн штук обыкновенного кирпича и 70 тонн цемента на каждые 20 тыс. м^2 плит.

Недостатком ППП является их низкая прочность. При закреплении (навешивании) на них предметов массой от 30 кг/см до 100 кг/см необходимо применять сквозные болты.

Организация строительного процесса

К началу возведения перегородок из гипсовых пазогребневых плит должны быть завершены и приняты актом следующие работы:

- основные общестроительные;
- устроена кровля;
- выполнено остекление оконных проемов.

До начала производства работ выполняются следующие подготовительные работы:

1) установлен, опробован и принят в эксплуатацию грузовой мачтовый подъемник марки ПГМ. Для зданий высотой до 27 м рекомендуется применять мачтовый подъемник марки ПГМ-7633. Для подъема ПГП на высоту до 75 м можно использовать грузовой подъемник ТП-17 грузоподъемностью 500 кг;

2) доставлены и складированы на строительной площадке материалы и изделия, в объеме трехдневной потребности;

3) организованы рабочие участки по раскрою плит на доборные элементы;

4) проведен инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Технологический процесс на устройство перегородок из гипсовых пазогребневых плит включает в себя следующие **подготовительные технологические операции.**

Транспортирование и складирование плит. На заводе-изготовителе ПГП с помощью автоматического захвата упаковывают защитную термоусадочную пленку в пакеты по 20 штук (масса 340 кг). Доставка пакетов с завода-изготовителя на объект выполняется автотранспортом общего назначения. Транспортирование плит осуществляют в пакетированном виде на поддонах. Разгрузка пакетов плит на строительной площадке выполняется на тележку подъемника или на приобъектный склад. Пакеты плит хранятся в штабеле в соответствии с правилами охраны труда. Общая высота штабеля не должна превышать 4 м.

При погрузке, разгрузке, хранении и транспортировке плит необходимо принимать меры, исключающие возможность повреждения и увлажнения. Не допускается погрузка плит навалом и разгрузка их сбрасыванием.

Гарантийный срок хранения плит – не более одного года с момента их изготовления. По истечении гарантийного срока плиты могут

быть использованы по назначению после выполнения предварительного контроля на соответствие требованиям СТБ 1786-2007.

Подача плит на рабочее место. В связи с тем, что устройство перегородок из гипсовых пазогрневых плит необходимо выполнять в помещениях с остекленными оконными проемами, рекомендуется осуществлять подачу ППП на этажи здания с помощью мачтового грузового подъемника. Количество плит, которое можно подать на этаж за один раз подъемником зависит от размеров проема, через который они подаются. Как правило, через оконные проемы подача плит на этажи выполняется в специальной тележке по 5–8 штук и без перегрузки доставляется в зону монтажа (рис. 5.6).

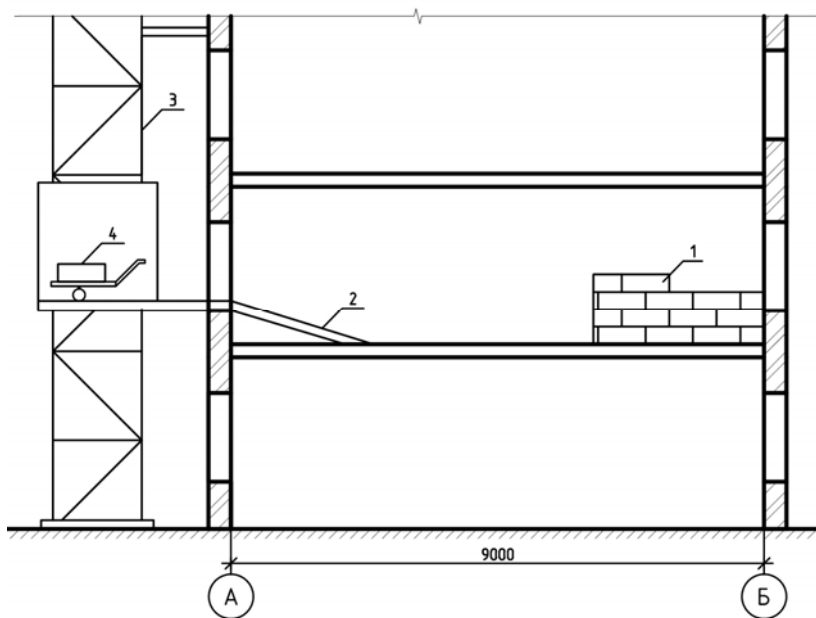


Рис. 5.6. Схема подачи ППП на рабочее место:

- 1 – перегородка из гипсовых плит; 2 – пандус для спуска тележки с плитами;
3 – подъемник; 4 – тележка с плитами

Через дверные проемы лоджий плиты на этажи можно подавать пакетами массой 340 кг по 20 штук. Этот способ позволяет осуществлять подачу плит на этажи непосредственно с транспортных

средств, т.е. исключить складирование ПГП. Подача плит пакетами осуществляется следующим образом:

1) автокраном выполняется разгрузка и установка на платформу мачтового подъемника пакета плит;

2) пакет плит подается в проем, устанавливается на специальную тележку и транспортируется к рабочему месту.

У мест устройства перегородок плиты складированы в штабеля-стопки на расстоянии 0,6–0,8 м от перегородки с промежутком между штабелями-стопками 1,3 м. Крайние стопки плит складированы непосредственно около стен, между которыми ставятся перегородки.

Запас плит на рабочем месте при работе с подмостей допускается не более чем на один ряд.

Устройство перегородок из плит гипсовых пазогребневых

До начала работ по устройству (монтажу) перегородок выполняют разметку их расположения в помещении согласно архитектурно-планировочным чертежам. Для этого проводится предварительная разметка линии местоположения перегородки, то есть ее прокладка на подготовленном перекрытии, потолке и прилегающих стенах. От осевых рисок на поверхности пола и потолка наносят линии осей перегородок, затем определяют и отмечают на поверхности перекрытия положение проемов (дверей). После нанесения осевых линий на стены (колонны) приступают к устройству перегородок.

Соединение плит при устройстве перегородок может выполняться на любом клее, который рекомендован для монтажа ПГП.

Для соединения (склеивания) гипсовых плит рекомендуется применять гипсовый клей сметанообразной консистенции.

Состав клея может быть принят по рецептуре ВНИИСтром им. П.П. Будникова:

вяжущее гипсовое Г4 – Г6 (ГОСТ 125) в количестве 94,8 % (по массе);

карбоксиметилцеллюлоза марки 75/400 (ОСТ 6-05-386) – 3 %;

натрий триполифосфат (ГОСТ 13493) – 0,2 %;

лигносульфонат технический (ОСТ 13-183) – 2 %.

Водогипсовое отношение: В/Г = 0,6 – 0,7.

Клей сохраняет жизнеспособность в течение четырех часов.

Перегородки из ПГП устанавливают на готовую стяжку пола. Плиты первого ряда укладываются по слою оклеечной гидроизоляции. Для обеспечения устойчивого опирания плит первого (нижнего) ряда на подготовленное основание до начала производства работ у них срезают гребень.

Рекомендуется следующая технологическая последовательность устройства перегородок из пазогребневых плит: подготовленный гипсовый клей сметанообразной консистенции наносят на стяжку пола и стены (колонны) в местах примыкания к ним плит. Через 30 минут после нанесения клея можно приступать к монтажу.

Вначале устанавливаются маячные плиты – плиты, примыкающие к стенам (колоннам). Маячные плиты устанавливаются на гипсовый клей пазом к несущей конструкции (стене, колонне). В вертикальный торцовый паз плиты каменщик наносит кистью гипсовый клей сметанообразной консистенции таким образом, чтобы высота шва была не более 2 мм. После установки маячных плит в проектное положение для закрепления шнура-причалки забивают по одному гвоздю в каждой (противоположной) стене по намеченной осевой линии на 15–20 мм выше кромки плит.

После установки первого ряда плит по способу «паз-гребень» в начале второго ряда устанавливается доборный (маячный) элемент плиты, который обеспечивает перевязку швов. Натягивание шнура-причалки для установки второго и последующих рядов плит осуществляется аналогичным способом, как и для первого ряда плит.

Установка последующих плит второго ряда начинается с нанесения клея на горизонтальный гребень плиты первого ряда и вертикальный гребень плиты второго яруса. Каждую монтируемую плиту осаживают в проектное положение при помощи резинового молотка. Выступивший клей убирают с помощью шпателя. После затвердевания клея высокие перегородки выполняют по этапам (по 4–5 рядов).

Плиты, примыкающие к перекрытию (покрытию) здания обрезаются в соответствии с их конфигурацией.

Во всех перегородках для крепления к несущим конструкциям (стенам, колоннам) на расстоянии 0,6 м от верхней и нижней плит перекрытия устанавливают симметрично расположенные стальные соединительные элементы. При высоте этажа более трех метров между соединительными элементами устанавливается еще один соединительный элемент.

В перегородках без проемов длиной до четырех метров, в середине верхней кромки перегородки, устанавливается стальной соединительный элемент. При длине перегородки более четырех метров необходимо устанавливать не менее двух элементов.

При устройстве *однорядных перегородок* стальные соединительные элементы устанавливаются с двух сторон перегородки вразбежку через 0,3 м.

В *двухрядных перегородках* стальные соединительные элементы устанавливаются симметрично с двух сторон перегородки.

В перегородках с дверными проемами следует устанавливать в каждой простенке не менее одного стального соединительного элемента для крепления перегородки к нижней плите перекрытия. Рекомендуется устанавливать соединительный элемент на расстоянии 0,3 м от дверного проема.

Стальные соединительные элементы крепятся к стенам, железобетонным плитам перекрытия (полу) и покрытия (потолку) с помощью стальных дюбелей диаметром 5 мм и длиной 60 мм. Установка дюбелей в проектное положение выполняется пистолетом ПЦ 52-1.

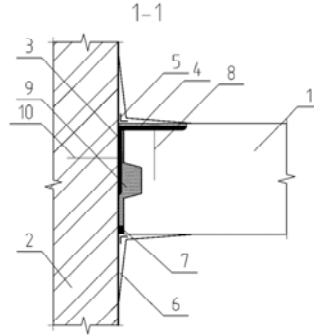
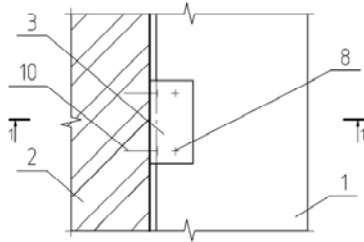
После завершения работ по устройству перегородок выполняется затирка гипсовым раствором вертикальных и горизонтальных швов. Дефекты на поверхности плит (сколы кромок, раковины и др.) заделывают штукатурным гипсом, предварительно увлажнив ремонтируемую поверхность плиты.

Стыки перегородок с перекрытиями заполняют паклей, смоченной в гипсовом растворе. Затем их шпатлюют гипсовым раствором и проклеивают тканевой или бумажной лентой.

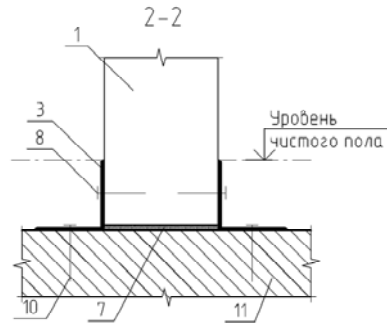
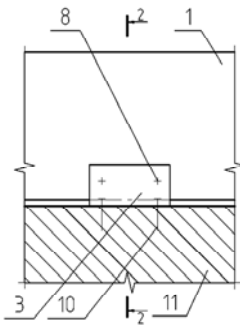
Стыки перегородок с несущими и ограждающими конструкциями зачеканиваются гипсовым раствором, шпатлюются и проклеиваются бумажной или тканевой лентой.

Схемы рекомендуемых конструктивных решений узлов крепления пазогребневых плит стальными соединительными элементами к вертикальным конструкциям (стенам, колоннам), полу и потолку при устройстве однорядных и двухрядных перегородок, а также схемы соединительных элементов приведены на рис. 5.7, 5.8 и 5.9.

a



б



в

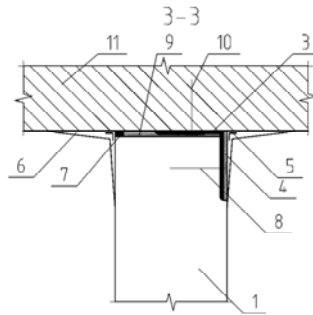
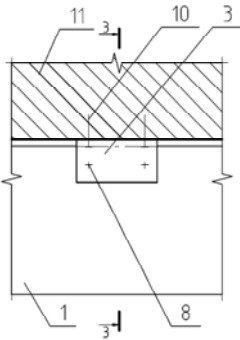
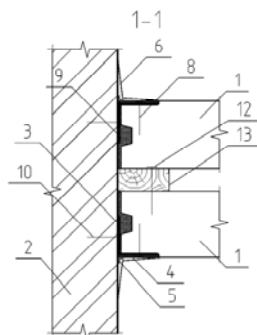
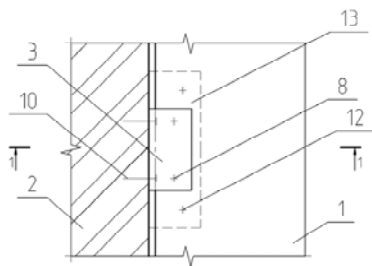


Рис. 5.7. Узлы крепления ПГП в однорядных перегородках:

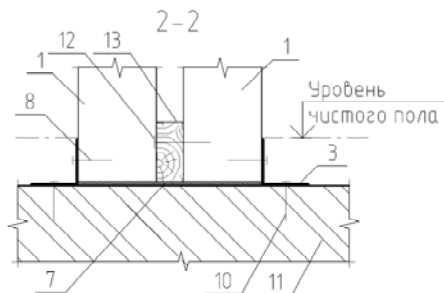
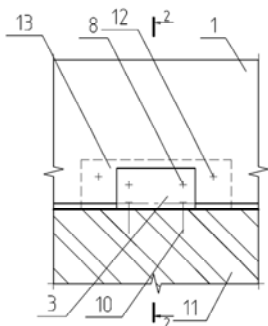
a – к вертикальным конструкциям, *б* – к полу; *в* – к потолку;

- 1 – гипсовая перегородка; 2 – стена; 3 – стальной соединительный элемент;
4 – цементный раствор; 5 – бумажная (тканевая) лента; 6 – гипсовая шпатлевка;
7 – гипсовый раствор; 8 – гвоздь; 9 – пакля, смоченная гипсовым раствором;
10 – дюбель; 11 – железобетонная плита перекрытия (покрытия)

a



б



в

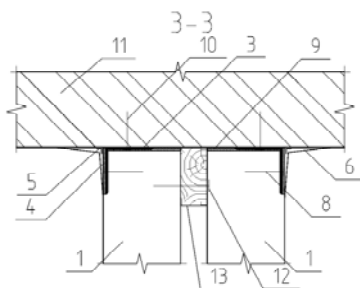
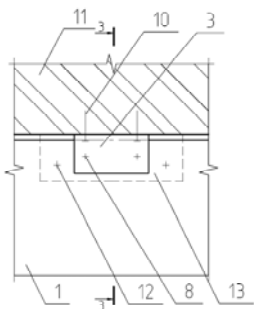


Рис. 5.8. Узлы крепления ПГП в двухрядных перегородках:

a – к вертикальным конструкциям; *б* – к полу; *в* – к потолку;

1 – гипсовая перегородка; 2 – кирпичная стена; 3 – стальной соединительный элемент; 4 – цементный раствор; 5 – бумажная (тканевая) лента; 6 – гипсовая шпатлевка; 7 – гипсовый раствор; 8 – гвоздь; 9 – пакля, смоченная гипсовым раствором; 10 – добель; 11 – железобетонная плита перекрытия (покрытия);

12 – гвоздь; 13 – деревянный ограничитель

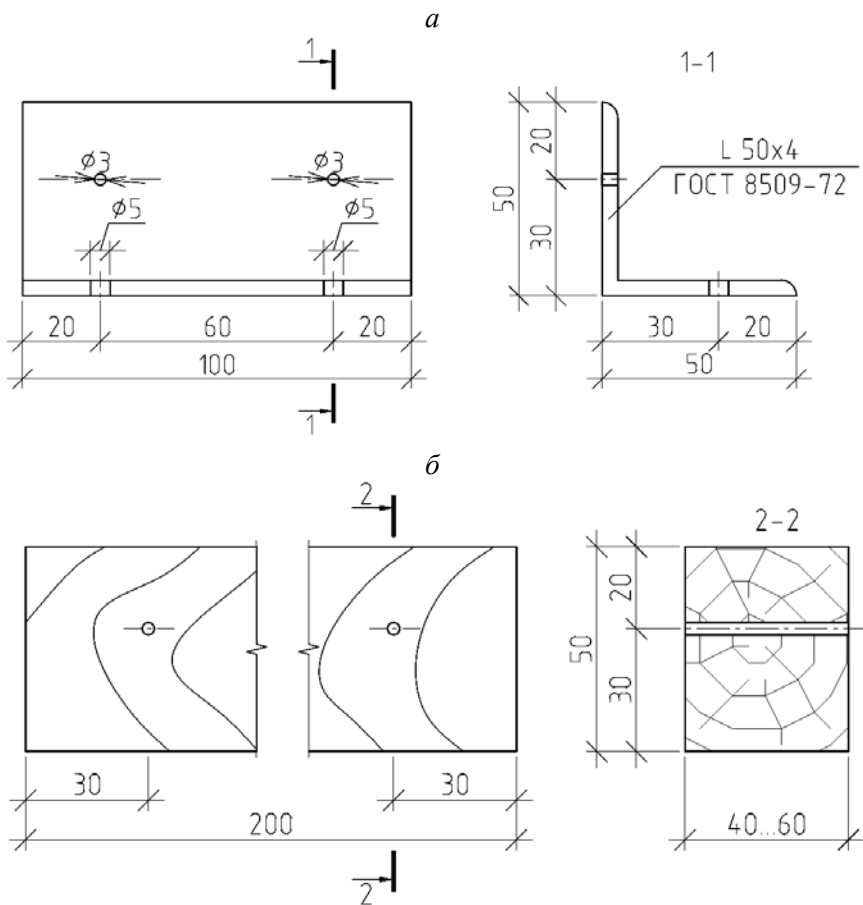


Рис. 5.9. Элементы крепления гипсовых пазогребневых плит к конструкциям здания:
a – стальной соединительный элемент; *б* – деревянный ограничитель

Устройство перегородок из плит гипсовых пазогребневых выполняет звено в составе каменщиков 3-го (1) и 2-го разрядов (2).

Глава 6

ПРОИЗВОДСТВО КАМЕННЫХ РАБОТ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

6.1. Особенности производства каменных работ при отрицательной температуре

В процессе выполнения каменных работ при отрицательных температурах наружного воздуха вода, содержащаяся в кладочных растворах, замерзает и как твердое тело не вступает в химическую реакцию с цементом. Поэтому с понижением температуры процесс твердения цементного раствора замедляется, а при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ практически прекращается, так как вода переходит в лед. Поскольку плотность льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 0,917, а плотность воды при той же температуре равна 0,999, то при замерзании воды ее объем увеличивается почти на 10 %. Это увеличение объема вызывает появление значительных внутренних напряжений в кладочных растворах. Вследствие этого в цементном камне возникают деформации растяжения, приводящие к его частичному разрушению – в результате кладочный раствор теряет прочность, накопленную ранее, до замерзания. Этот процесс необратим, и теряемая раствором прочность не восстанавливается.

Следовательно, раннее замерзание воды в растворной смеси снижает конечную прочность кладочного раствора в целом. *Как показывает практика, снижение конечной прочности кладочных растворов на цементном вяжущем меньше, чем цементно-известковых и известковых.*

При замораживании растворной смеси после достижения раствором прочности $0,2 R_{28}$ конечная прочность раствора почти не снижается. Продолжительность пребывания раствора в замерзшем состоянии практически не влияет на потерю его прочности. Она снижается только при многократном попеременном оттаивании и замерзании, то есть при циклических воздействиях.

В каменной кладке, выполненной при отрицательных температурах наружного воздуха, основным дефектом является нарушение монолитности конструкции. Вызвано это следующим.

Каменная кладка при отрицательных температурах наружного воздуха выполняется с использованием подогретых кладочных растворов, которые доставляются на рабочее место каменщиков в ящиках-термосах. Каменные кладочные материалы, которые хранятся на поддонах, имеют температуру, близкую температуре наружного воздуха (отрицательную). Вода, заключенная в порах и капиллярах раствора мигрирует в виде пара и жидкости от тепла к холоду (перемещается из раствора к камню). Если на этом пути растворная смесь встретит препятствие в виде холодной водонепроницаемой поверхности камня, то она не будет проникать в поры и капилляры каменных материалов, что приведет к уменьшению сил сцепления и, как следствие, нарушению монолитности кладки (рис. 6.1, а).

Нарушение монолитности особенно опасно в кладках, возводимых из камней неправильной формы.

В кирпичной кладке и кладке из камней правильной формы (рис. 6.1, б) – благодаря незначительному пространству в пересечении трех камней и наличию сил смерзания на большой поверхности – усилия внутреннего давления не превышают сил смерзания. При оттаивании таких кладок одновременно прекращается действие сил смерзания и внутреннего напряжения и кладка сохраняет монолитность.

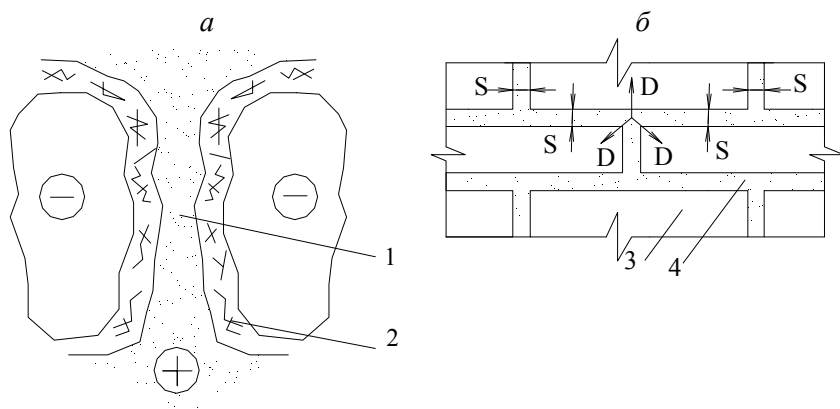


Рис. 6.1. Схема влияния отрицательных температур на монолитность кладки:
 а – образование пленки льда между раствором и камнем;
 б – нарушение структуры кирпичной кладки при замораживании;
 1 – раствор; 2 – пленка льда на поверхности кладки; 3 – кирпич; 4 – раствор;
 S – силы смерзания; D – усилия внутреннего напряжения

Возводимая методом замораживания кладка замерзает, как правило, уже в процессе работ и в мерзлом состоянии находится вплоть до оттепели. Прочность кладки в разные периоды зимы является переменной (рис. 6.2). В течение всего зимнего периода прочность замороженной кладки меняется только в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

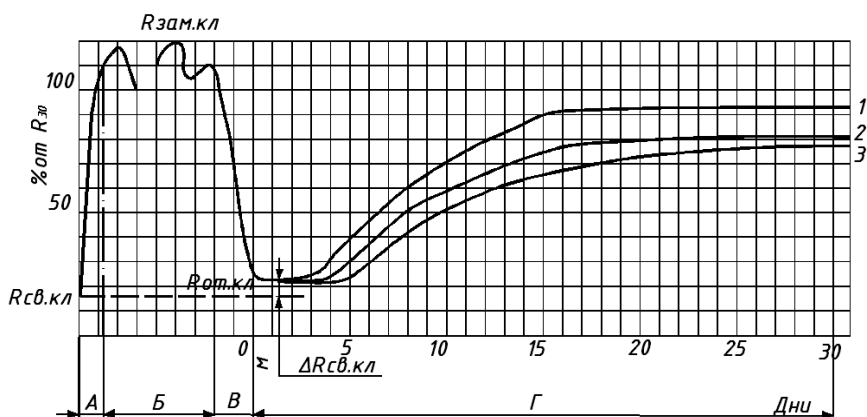


Рис. 6.2. График изменения прочности кирпичной кладки выполненной методом замораживания:

- 1 – кладка на цементно-песчаном растворе марки 50; 2 – кладка на цементно-песчаном растворе марки 25; 3 – кладка на цементно-песчаном растворе марки 10;
 - А – период замерзания раствора; Б – период замерзшего состояния; В – период оттаивания; М – момент полного оттаивания, Г – период устойчивых положительных температур; $R_{св.кл}$ – прочность каменной конструкции;
 - R_{30} – прочность каменных конструкций летней кладки в 30-дневном возрасте;
 - $R_{зам.кл}$ – прочность каменных конструкций при замерзшем растворе;
 - $R_{от.кл}$ – прочность каменных конструкций при оттаивании раствора
- $(R_{от.кл} = 1,1-1,2 R_{св.кл})$

С наступлением весны кладочный раствор в кладке оттаивает и прочность ее падает. В промежутке времени между полным оттаиванием и началом твердения раствора кладка будет иметь наименьшую прочность. В этот период раствор не имеет сцепления с кирпичом. Это наиболее опасный и ответственный период для кладки, выложенной методом замораживания, требующий повышенного внимания к ней. Кладка в этот период дает осадку, что в совокупности

с пониженной прочностью снижает ее общую устойчивость. *Эта так называемая критическая прочность кладки определяет границы применения метода замораживания.*

Критическая прочность оттаивающей кладки определяется как сумма трех слагаемых:

прочность свежесозданной, незамерзшей кладки;

прочность, накопленная за период зимнего выдерживания;

прочность, дополнительно накопленная в процессе весеннего оттаивания.

С наступлением устойчиво положительных температур наружного воздуха прочность каменных конструкций начинает необратимо повышаться, однако через 30 дней она не всегда достигает того значения, которое могло быть, если бы кладка не была предварительно заморожена.

Каменные конструкции, выполненные методом замораживания, при оттаивании имеют повышенную деформативность. Вызвано это следующими основными причинами.

1. Оттаивание происходит не сразу по всей толщине каменных конструкций (стен, столбов), а идет от наружных нагреваемых солнцем (инсолируемых) поверхностей к внутренним. У наружных (оттаявших) поверхностей сопротивляемость растворных швов резко падает, и каменные конструкции испытывают внецентренное сжатие.

2. Оттаявшие растворные швы подвергаются дополнительному уплотнению. В результате этого каменные конструкции могут дать осадку до 4 мм на каждый метр их высоты. Величина и степень осадки определяется в основном качеством работ. При возведении каменных конструкций методом замораживания необходимо систематически контролировать качество раствора и дозировку добавок.

Конструкции из кирпича, камней правильной формы и крупных блоков в зимних условиях допускается возводить следующими способами:

с противоморозными добавками на растворах не ниже марки М50; на обыкновенных без противоморозных добавок растворах с последующим своевременным упрочнением кладки прогревом;

методом замораживания на обыкновенных растворах не ниже марки М100 при условии обеспечения достаточной несущей способности в период оттаивания.

6.2. Каменная кладка методом замораживания кладочных растворов

Кладку методом замораживания выполняют на открытом воздухе из кирпича, камней или блоков правильной формы на обыкновенных растворах, имеющих положительную температуру при укладке, а затем замерзающих.

Сущность метода замораживания заключается в том, что кладочный раствор в швах, замерзший после укладки его, набирает прочность в основном весной, после оттаивания, и частично в период до замерзания, а также при зимних и весенних оттепелях или искусственном отоплении кладки. При выполнении кладки этим методом необходимо учитывать ее повышенную деформативность в момент оттаивания. *Поэтому методом замораживания кладочных растворов допускается возводить здания высотой не более четырех этажей и не выше 15 м.*

При выполнении кладки на растворах без противоморозных добавок *рекомендуется применять однорядную систему перевязки швов.* При многорядной системе перевязки вертикальные продольные швы перевязывают не реже чем через каждые три ряда при кладке из кирпича и через два ряда при кладке из керамического и силикатного камня толщиной 138 мм. Кирпич и камень следует укладывать с полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов.

Марки растворов назначают с учетом температуры наружного воздуха в момент производства работ и прогноза погоды на последующий период. При этом состав растворов подбирается из условия обеспечения необходимой прочности и устойчивости конструкции в период оттаивания и последующий период эксплуатации зданий или сооружений. Температура раствора в момент укладки его должна соответствовать температуре, указанной в табл. 6.1.

Чтобы подогретый раствор, доставленный из растворного узла, сохранил необходимую температуру до укладки, запас его на рабочем месте каменщика должен составлять не более чем на 30–40 минут работы. Ящик для раствора должен быть утеплен (термос) или подогреваться. Использование замерзшего или отогретого раствора горячей водой не допускается, так как с добавлением воды в растворе после его замерзания образуется большое количество пор,

заполненных льдом, что не позволяет кладочному раствору при оттаивании набрать требуемую прочность.

Таблица 6.1

Рекомендуемые температуры раствора на момент укладки

Среднесуточная температура наружного воздуха, °С	Положительная температура раствора, °С, на рабочем месте для кладки			
	из кирпича и камней правильной формы		из крупных блоков	
	при скорости ветра, м/с			
	до 6	свыше 6	до 6	свыше 6
до -10	5	10	10	15
от -10 до -20	10	15	10	20
ниже -20	15	20	20	25

Во избежание замерзания раствора при кладке его следует укладывать не более чем на два смежных кирпича при выполнении версты и не больше чем на 6–8 кирпичей при выполнении забутовки. На расстеленный раствор кирпич укладывают как можно быстрее; кроме того, следует быстрее возводить кладку по высоте. Это необходимо для того, чтобы раствор в нижележащих рядах уплотнялся от нагрузки от вышележащих рядов, так как это увеличивает плотность, а, следовательно, и прочность кладки.

Возведение стен и столбов по периметру здания или в пределах между осадочными швами следует выполнять, не допуская разрывов по высоте более чем на пол-этажа.

Следует постоянно проверять вертикальность кладки, так как отклонения стен от вертикали создают опасность еще большего их смещения от проектного положения при оттаивании кладочного раствора весной.

Одновременно с возведением стен и столбов на высоту этажа укладывают перекрытия, при этом концы плит и прогонов заанкеривают в кладку. Уложенные прогоны должны опираться на железобетонные подушки.

Кладку усиливают армированием в углах и местах пересечения внутренних стен с наружными стенами. Если кладку в дальнейшем предполагается оттаивать искусственным способом, то армирование по высоте выполняется через 2 м. В местах примыкания поперечных стен арматуру заводят в стены на длину не менее 1 м в каждую сторону и заанкеривают в них.

Перемычки, как правило, выполняют из сборных железобетонных элементов. Кирпичная кладка рядовых перемычек допускается только в исключительных случаях при реставрационных работах и разрешается только при пролетах не более 1,5 м.

Карнизы и пояса выполняют на растворе марки не ниже М25, с консольным свесом не более 65 мм.

При устройстве перегородок сверху оставляют зазор с учетом величины осадки кладки.

Кладку стен одновременно с облицовкой выполняют на растворах марки не ниже М50. Облицовку закрепляют, заделывая выступы облицовочных плит в кладку и привязывая плиты к стене проволокой; Г-образные выступы облицовочных плит заделывают на глубину не менее 1/4 кирпича. Высоту швов между облицовочными плитами принимают 6–8 мм. Чтобы во время оттаивания и осадки здания кладка и облицовка работали совместно, необходимо при облицовке плитами с заделываемыми в кладку выступами оставлять незаполненными все горизонтальные швы. При кладке с облицовкой приклеенными плитами, перевязываемыми с кладкой прокладными (тычковыми) рядами, незаполненными оставляют горизонтальные швы в каждом тычковом ряду. Для предотвращения вытекания раствора из вертикальных швов под ними укладывают прокладки из двух слоев картона или рубероида.

Заполнение пустых швов и их расшивка выполняются после осадки кладки при положительных температурах. При облицовке стен лицевым кирпичом или керамическими блоками швы заполняются полностью.

6.3. Кладка на растворах с химическими добавками и последующим оттаиванием

При введении в цементные растворы химических противоморозных добавок процесс гидратации цемента в кладочном растворе при

отрицательных температурах продолжается более длительное время. Благодаря этому раствор набирает прочность при более низких температурах.

Кладку на растворах с противоморозными химическими добавками выполняют обычными технологическими приемами. Количество добавок, определяемое строительной лабораторией, зависит от вида конструкций и температуры воздуха.

В качестве *противоморозных химических добавок* в растворы вводят: *нитрит натрия, углекислый калий (поташ), комплексные добавки (хлорид натрия + хлорид кальция)*. Применение добавок допускается для подземной кладки из кирпича, камней правильной формы, а также стен и столбов промышленных зданий и складских помещений, которые не требуют тщательной отделки поверхности.

Для кладки стен жилых зданий такие растворы применять не рекомендуется, так как химические добавки являются гигроскопичными веществами и сильно поглощают влагу из воздуха, что приводит к появлению высолов на поверхности кладки. Поэтому не допускается применять растворы с противоморозными добавками при возведении зданий, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности воздуха (более 60 % – бани, прачечные); зданий и сооружений, эксплуатируемых при температуре выше 40 °С (литейные цеха, дымовые трубы); цехов, работающих в условиях агрессивной среды.

Кладочные растворы с противоморозными добавками приготавливают *на цементах марки не ниже М300*; в качестве заполнителя используют обычный песок. Сухие растворные смеси готовят, как и обычные, но затворяют не водой, а полными растворами химических добавок. Растворная смесь с противоморозными добавками должна быть использована до того, как раствор начнет схватываться. При изготовлении растворов с химическими добавками необходимо соблюдать требования техники безопасности. К работе допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по работе с химическими добавками.

Рекомендуемое количество противоморозных добавок в кладочных растворах приведено в табл. 6.2.

Таблица 6.2

**Рекомендуемое количество противоморозных добавок
в % от массы цемента**

Добавка	Среднесуточная температура воздуха, °С	Количество добавки
Армированные и неармированные конструкции		
1. Нитрит натрия (НН)	от 0 до -2	2 – 3
	от -3 до -5	4 – 5
	от -6 до -15	8 – 10
2. Поташ (П)	до -5	5
	от -6 до -15	10
	от -16 до -30	12
3. Нитрит натрия + поташ (НН+П)	от 0 до -2	1,5 + 1,5
	от -3 до -5	2,5 + 2,5
	от -6 до -15	5 + 5
	от -16 до -30	6 + 6
4. Нитрат кальция с мочевиной (НКМ) (готовый продукт)	от 0 до -2	2 – 3
	от -3 до -5	4 – 5
	от -6 до -20	8 – 10
5. Комплексная пластифицированная добавка (НК+ПАЩ-1) (НН+ПАЩ-1) (готовый продукт)	от 0 до -5	2
	от -6 до -15	5 – 6
Неармированные конструкции		
6. Хлорид натрия + хлорид кальция (ХН+ХК)	от 0 до -5	2 + 0,5
	от -6 до -15	4 + 2
7. ННХК+М (готовый продукт)	от -3 до -5	5
	от -6 до -15	10
	от -16 до -30	12

6.4. Кладка с прогревом

При строительстве зданий повышенной этажности применяют несколько способов прогрева кладки специальными приборами и оборудованием: *искусственный обогрев калориферами, приборами инфракрасного излучения или электропрогрев.*

При этом способе возведенный «под заморозку» этаж или здание отепляют: закрывают проемы и отверстия, утепляют перекрытия, отделяющие прогреваемую часть здания от непрогреваемой.

Кладка с обогревом калориферами или приборами инфракрасного излучения основана на нагреве воздуха в помещениях выше 30 °С. Температура внутри прогреваемой части здания в наиболее охлажденных местах (у наружных стен на высоте 0,5 м от пола) должна быть не ниже 10 °С. Влажность воздуха в помещениях в период прогрева должна быть не более 70 %. Продолжительность обогрева калориферами или приборами инфракрасного излучения воздуха в помещениях устанавливается исходя из набора требуемой прочности. При таком способе прогрева кладки работы по возведению стен вышерасположенных этажей – продолжаются и по мере возведения здания в нем выполняют другие работы.

При электропрогреве кладки в горизонтальные швы по ходу кладки через каждые два ряда закладывают электроды. Расстояние между электродами принимают не менее 25 см при напряжении в сети 220 В и 40 см при напряжении 380 В. Электроды нагревают растворные швы до температуры 30–35 °С. Электропрогрев кладки ведут до приобретения раствором прочности не менее 20 % проектной. Для уменьшения теплопотерь прогреваемые конструкции защищают теплоизоляционными материалами. Электропрогрев замерзшей кладки при температуре ниже –5 °С ведут после предварительного отогрева ее поверхностями нагревателями.

6.5. Мероприятия, проводимые в период оттаивания зимней кладки

Резкое снижение прочности и устойчивости кладки, значительная ее деформативность, неравномерность оттаивания и осадки характерны для зимней кладки в период оттаивания кладочного раствора и последующего его твердения. Такое состояние кладки, когда каменные конструкции обладают наименьшей прочностью и устойчивостью, а также увеличенной осадкой, может привести к деформации конструкций и даже разрушению зданий и сооружений. Поэтому до начала оттаивания зимней кладки необходимо принять соответствующие меры по усилению наиболее нагруженных и наименее устойчивых элементов здания, а также устранению действия сдвигающих сил.

Для снижения нагрузки, действующей на стены и простенки нижнего этажа, кладка которого выполнена способом замораживания и перекрытого сборными железобетонными плитами, выполняется их разгрузка: устанавливаются разгрузочные стойки (рис. 6.3, 6.4).

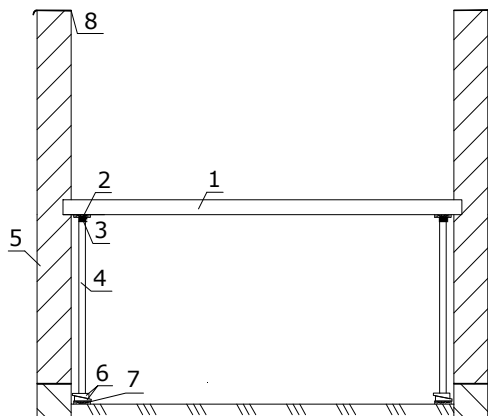


Рис. 6.3. Схема разгрузки стен:

1 – плита междуэтажного перекрытия; 2 – деревянная подкладка;
 3 – поддерживающая балка; 4 – поддерживающая стойка; 5 – кирпичная кладка, выполненная способом замораживания; 6 – регулировочные деревянные клинья;
 7 – деревянная подкладка (лежень); 8 – защита от атмосферных осадков

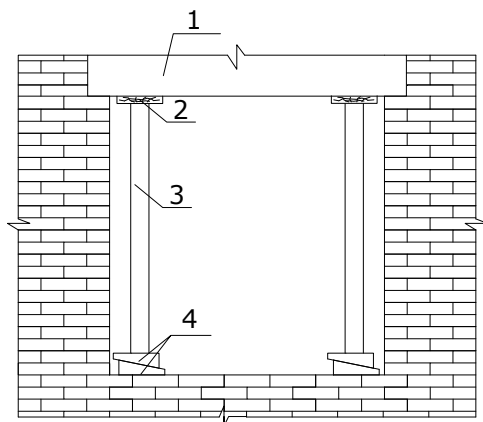


Рис. 6.4. Схема разгрузки кирпичных простенков оконного проема:
 1 – железобетонная перемычка; 2 – деревянная подкладка; 3 – временная поддерживающая стойка; 4 – регулировочные деревянные клинья

При осадке оттаивающей кладки высоту стоек регулируют деревянными клиньями 4, установленными под опорную часть временных поддерживающих стоек 3. Для предотвращения разрушения кирпичной кладки в местах установки временных стоек на их торцы укладываются подкладки из древесины мягких пород 2.

По окончании кладки каждого этажа устанавливают контрольные рейки и по ним наблюдают в течение зимы и весны за осадкой стен.

Перед наступлением оттепели горизонтальные борозды и незаделанные гнезда в кирпичной кладке закладывают кирпичом. В целях уменьшения нагрузки перекрытия освобождают от подмостей, материалов, строительного мусора.

Отдельно стоящие стены, не связанные с перекрытием или покрытием, высота которых более чем в 6 раз превышает их толщину, временно раскрепляют с помощью двухсторонних подкосов.

В период оттаивания кладки, выложенной способом замораживания, а также при искусственном прогреве постоянно наблюдают за наиболее нагруженными конструктивными элементами кладки (столбы, пилястры, участки опирания балок и прогонов), проверяют целостность их кладки.

Контроль набора кладочным раствором прочности в период его оттаивания и твердения осуществляется на основании результатов испытаний в лабораториях образцов (кубиков). Для получения достоверных результатов лабораторные образцы (кубики) изготавливают из той же растворной смеси, что и возводилась каменная кладка. Изготовленные образцы хранят в тех же условиях, в каких находится кладка.

За состоянием кладки наблюдают в течение всего периода оттаивания и последующего твердения раствора в кладке в течение 7–10 суток после наступления положительных температур. Временное крепление после оттаивания кладки оставляют на период твердения раствора, но не менее чем на 12 суток.

Стены, располагаемые с южной стороны, оттаивают быстрее за счет солнечных лучей – чтобы исключить неравномерность осадок стен здания в целом, стены с южной стороны при необходимости защищают от нагрева солнечными лучами брезентом и т. п.

При появлении на поверхности кладки трещин на них ставят «маяки». Если конструкция отклоняется от вертикали и трещины становятся опасными для прочности и устойчивости кладки, немедленно принимают меры к предотвращению дальнейших деформаций.

Кладка на растворах с химическими добавками, выполняемая способом замораживания, твердеет лишь частично. В связи с этим все мероприятия по повышению устойчивости кладок, возводимых способом замораживания, применимы и к кладке, выполненной на растворах с химическими добавками.

Контроль качества и приемка работ

Согласно ТКП 45-1.01-159 раздел «Контроль качества и приемка работ» должен содержать следующие подразделы:

входной контроль поступающей продукции;

операционный контроль на стадии выполнения технологических операций;

приемочный контроль выполненных работ.

По ГОСТ 16504:

входной контроль – это контроль продукции поставщика, поступивший к потребителю и предназначенной для использования при эксплуатации продукции;

операционный контроль – контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции;

приемочный контроль – контроль продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к использованию.

При разработке раздела «Контроль качества и приемка работ» технологической карты на производство каменных работ рекомендуется использовать следующие ТНПА.

Входной контроль (в зависимости от применяемых материалов): СТБ 1160-99, СТБ 1228-2000, СТБ 1307-2012, СТБ 17190-2007, СТБ 1786-2007, СТБ 1117-98.

Операционный и приемочный контроль: СТБ 2087-2010 и ТКП 45-5.02-82-2010.

Техника безопасности при производстве каменных работ

При монтаже перекрытий и других конструкций необходимо выполнять требования разд. 9 ТКП-45-1.03-44-2006. Перемещение и подача на рабочие места грузоподъемными кранами кирпича, керамических камней и мелких блоков выполняется поддонами, контейнерами и грузо-захватными устройствами, предусмотренными в ППР, имею-

щими приспособления, исключаящие падение груза при подъеме и изготовленные в установленном порядке.

Кладка стен должна выполняться с междуэтажных перекрытий (до отметки 1,2 м), а затем со средств подмащивания (подмостей или строительных лесов). Средства подмащивания, применяемые при каменной кладке, должны отвечать требованиям разд. 8 ТКП 45-1.03-40.

Конструкция подмостей и допустимые нагрузки должны соответствовать требованиям, предусмотренным в ППР. Запрещается выполнять кладку стен со случайных средств подмащивания, а также стоя на стене. Деревянные настилы на лесах и подмостях должны быть ровными и не иметь щелей. Их следует изготавливать из инвентарных щитов, соединенных планками. Зазор между стеной строящегося здания и рабочим настилом подмостей (лесов) не должен превышать 5 см. Этот зазор нужен для пропуска отвеса с подмостей (лесов) для проверки вертикальности возводимой кладки. Все настилы лесов и подмостей высотой более 1,1 м (за исключением подмостей сплошного замощивания) должны иметь ограждения (перила) высотой не менее 1 м. Перила должны состоять из стоек и пришитых к ним с внутренней стороны (не менее трех) горизонтальных элементов: бортовой доски высотой 15 см, устанавливаемой вплотную к настилу, промежуточного элемента и поручня. Если поручень изготавливается из доски, ее нужно острогать. Бортовая доска ставится для того, чтобы не допускать случайного падения каких-либо предметов с подмостей. Если по настилу подмостей (лесов) материалы развозят в тачках, то необходимо устраивать катальные ходы. Стыки катальных ходов не должны совпадать с поперечными стыками щитов настила.

За техническим состоянием всех конструкций лесов и подмостей должно быть установлено систематическое наблюдение. Состояние лесов и подмостей необходимо ежедневно, перед началом смены, проверять мастеру, руководящему соответствующим участком работ на данном объекте, а также бригадиру и результаты осмотра заносить в журнал.

Кладка стен каждого вышерасположенного этажа многоэтажного здания должна производиться после установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей в лестничных клетках. При монтаже перекрытий и других конструкций необходимо выполнять требования раздела 10. При кладке наруж-

ных стен зданий высотой более 7 м с подмостей необходимо по всему периметру здания выделять опасную зону разреженным панельным ограждением высотой 1,2 м в соответствии с требованиями ГОСТ 23407, а высотой до 7 м – сигнальным ограждением и знаками безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026. Граница опасной зоны устанавливается на весь период возведения здания с учетом его высоты и определяется по таблице Б.1 приложения Б ТКП 45-1.03-40-2006.

При производстве каменных работ необходимо следить, чтобы стеновые материалы, инструменты или строительный мусор не оставались на стенах во время перерывов в работе, так как они могут упасть вниз. Одновременно с кладкой стен в оконные проемы следует устанавливать готовые оконные блоки. В тех случаях, когда в процессе кладки дверные и оконные проемы не заполняют готовыми блоками, проемы необходимо закрывать инвентарными ограждениями.

При кладке стен с внутренних подмостей над входами в лестничные клетки необходимо устраивать постоянные навесы размером не менее 2 × 2 м. Кладку карнизов, выступающих из плоскости стены более чем на 0,3 м, следует осуществлять с наружных лесов, имеющих ширину рабочего настила не менее 2 м. При кладке стен здания на высоту до 0,7 м от рабочего настила или перекрытия и расстоянии от уровня кладки с внешней стороны до поверхности земли (перекрытия) более 1,3 м необходимо применять ограждающие (улавливающие) устройства, а при невозможности их применения – предохранительный пояс. Снимать временные крепления элементов карниза, а также опалубки кирпичных перемычек допускается только после достижения раствором прочности, установленной в ППР.

Расшивка наружных швов кладки должна выполняться с перекрытия или подмостей после укладки каждого ряда. Рабочим запрещается находиться на стене во время проведения этой операции. При облицовке стен плитами необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в проектной или технологической документации.

Запрещается производство работ по кладке или облицовке наружных стен многоэтажных зданий во время грозы, снегопада, тумана, исключающих видимость в пределах фронта работ, и при скорости ветра 15 м/с и более.

Для каменных конструкций, возведенных способом замораживания, в ППР должен быть определен способ оттаивания конструкций

(искусственный или естественный) и указаны мероприятия по обеспечению устойчивости и геометрической неизменяемости конструкций на период оттаивания и набора прочности раствором. В период естественного оттаивания и твердения раствора в каменных конструкциях, выполненных способом замораживания, следует установить за ними постоянное наблюдение. Пребывание в здании (сооружении) лиц, не участвующих в мероприятиях по обеспечению устойчивости указанных конструкций, не допускается.

При электропрогреве каменной кладки прогреваемые участки должны быть ограждены и находиться под наблюдением электромонтера. Не допускается вести кладку на участках электропрогрева, а также применять электропрогрев в сырую погоду и во время оттепели.

Все ручные инструменты и приспособления, используемые для каменной кладки должны быть в исправном состоянии и соответствовать характеру и требованиям выполняемой работы. Инструменты необходимо правильно и прочно насаживать на ручки, их рабочие поверхности должны быть ровными, без заусенцев. Поврежденные или деформированные инструменты надо выбраковывать. При переноске острых предметов и инструментов их острие должно быть защищено накладками или чехлами; во время работы нельзя поворачивать инструменты острием к себе; класть их нужно так, чтобы они не могли упасть. При выполнении работы каменщик должен быть одет в специальный комбинезон и работать в рукавицах. Для защиты кожи пальцев рук от повреждения (истирания) рекомендуется первый и половину второго сустава пальцев левой руки защищать резиновыми напальчниками или обертывать их изоляционной лентой.

Заключение к разделу II

Накопленный опыт эксплуатации зданий и сооружений из штучных искусственных материалов показал, что они имеют высокую надежность и долговечность.

Разработка и внедрение в практику строительства технологии возведения кирпичных зданий с двуслойными утепленными кирпичными стенами позволят существенно снизить трудоемкость производства работ по кирпичной кладке и тем самым обеспечат конкурентоспособность таких зданий по сравнению с бескаркасными крупнопанельными зданиями.

РАЗДЕЛ III

ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Общие положения

Монтаж строительных конструкций является комплексным трудовым процессом, состоящим из следующих простых процессов: транспортного, подготовительного и собственно монтажного.

Значительный практический опыт в области монтажа строительных конструкций заводского изготовления, накопленный в нашей стране, показывает, что разработанные методы производства монтажных работ позволяют повысить эффективность возведения зданий и сооружений.

На сегодня разработаны и массово применяются современные принципы и методы монтажа строительных конструкций различного назначения (несущие, ограждающие и др.), изготовленные из различных материалов: сборного железобетона, металла, дерева, пластмасс и др.

Массовое возведение объектов методом монтажа строительных конструкций заводского изготовления началось в СССР в 70-х гг. прошлого столетия при строительстве промышленных и панельных жилых зданий из сборных железобетонных конструкций.

Сейчас основные объемы составляют панельные жилые здания из сборного железобетона, а также промышленные здания и торговые супермаркеты, возводимые из металлических конструкций.

В данном разделе изложены эффективные методы возведения зданий и сооружений различного функционального назначения способом монтажа строительных конструкций заводского назначения, а также зданий и конструкций из монолитного железобетона.

Глава 7

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7.1. Монтаж бескаркасных крупнопанельных зданий

Технологическая последовательность производства работ

Конструкция крупнопанельных бескаркасных зданий основана на принципе совместной пространственной работы всех его элементов, совмещения в элементах стен несущих и ограждающих функций. Сравнительно небольшое количество типоразмеров конструктивных элементов, простота технологии монтажа таких зданий способствовали тому, что с начала 1970-х гг. панельное домостроение обеспечивало основные объемы жилищного строительства в СССР.

Основным конструктивным решением стеновых панелей, используемых в качестве наружного ограждения, сейчас являются многослойные конструкции заводского изготовления. Состоят они из двух бетонных слоев, между которыми на гибких связях закреплен слой теплоизоляции – плитный пенополистирол.

При возведении зданий сборные железобетонные конструкции подаются к месту монтажа либо непосредственно с транспортных средств (монтаж «с колес»), либо с приобъектного склада, расположенного в зоне действия монтажного крана.

Сборные фундаменты, стены подвала и другие элементы подземной части здания монтируются, как правило, основным башенным краном.

Монтаж сборных фундаментов начинают с установки на песчаную подготовку маячных блоков, которые располагаются на всех углах здания и на границах захваток. После выверки положения этих блоков в пределах каждой захватки или рабочего участка укладывают промежуточные блоки. Далее в том же порядке монтируют стеновые блоки подвала, затем цокольные. После завершения монтажа фундаментов укладывают плиты перекрытия над подвалом.

При монтаже надземной части размеры захватки рекомендуется принимать равными двум секциям, что обеспечивает непрерывность и равномерность процессов и, следовательно, поточность производства.

В зависимости от количества единиц технологической оснастки (струбцины, подкосы и др.), имеющейся на объекте, монтаж ведется «поквартирно» или «покомнатно».

Монтаж на захватке ведется в следующей технологической последовательности:

установка объемных элементов (лифтовых шахт, санитарно-технических кабин);

монтаж панелей наружных стен;

монтаж панелей внутренних стен;

монтаж перегородок;

монтаж лестничных маршей и площадок;

монтаж панелей перекрытий и плит лоджий.

До начала монтажа конструкций каждого этажа должны быть:

завершены все монтажные и сопутствующие работы на предыдущем этаже;

произведена геодезическая проверка точности смонтированных конструкций нижележащего этажа;

выполнена геодезическая разбивка осей и разметка мест установки конструкций, определен монтажный горизонт на основе нивелировочных данных и установлены маяки;

приняты выполненные работы по нижележащему этажу и составлен акт поэтажной приемки скрытых работ.

Монтаж надземной и подземной части крупнопанельных зданий выполняется, как правило, передвижными башенными кранами грузоподъемностью не менее 8 т с вылетом стрелы 35 м и высотой подъема крюка до 58 м, которые располагают со стороны главного фасада, чтобы не перекрывать доступ рабочих к имеющимся входам в здание.

Установку объемных элементов в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 2 человека; 3-го разряда – 1 человек; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Санитарно-технические кабины стропуют четырехветвевым стропом или траверсой. Устанавливают их на слой прокаленного песка, уложенный на основание, выполненное из двух слоев рулонных водоизоляционных материалов.

Элементы блоков лифтовых шахт стропуют четырехветвевым стропом. Монтируют их на постель из пластичного цементного раст-

вора. В растворную постель по одной из сторон утапливают две марки, верх которых соответствует монтажному горизонту, с противоположной стороны – два клина, верх которых должен быть выше монтажного горизонта. При опускании на место объемного элемента проверяют правильность его посадки на место по рискам, наружные грани ранее установленного и монтируемого элементов должны совпасть. Рихтуют клинья и доводят объемный элемент до вертикали.

Постоянное крепление объемных элементов выполняют с некоторым отставанием от монтажа, дав возможность раствору швов набрать необходимую прочность. Сначала сваривают закладные детали стыкуемых блоков, затем вынимают клинья и заштопывают отверстия раствором. Отклонение положения установленных объемных элементов от проектного в нижнем сечении не должно превышать 8 мм, а отклонение от вертикали верха элемента – 10 мм. Относительно уровня пола лифтовой площадки отклонение порога дверного проема объемного элемента допускается в пределах 10 мм.

Расстроповку монтируемого элемента разрешается производить только после окончательной выверки проектного положения и надежного закрепления монтажными приспособлениями или путем приварки постоянных связей в соответствии с проектом.

Снятие монтажной оснастки с установленного элемента допускается после установки проектных связей, соединяющих освобождаемый элемент с примыкающими к нему конструкциями, с полным выполнением сварных швов, предусмотренных проектом.

Монтаж панелей наружных стен выполняется в следующей технологической последовательности.

На предварительно выровненную поверхность перекрытия над подвалом переносят теодолитом основные и вспомогательные оси здания, фиксируют их рисками, размечают места установки маячных или базовых панелей. На этаже закрепляют монтажный горизонт и наносят риски, определяющие положение вертикальных швов и плоскостей панелей. Для каждой панели горизонт отмечают двумя маяками на расстоянии 15–20 см от ее боковых граней, для наружных панелей марки устанавливают у наружных поверхностей здания.

Толщина маяков определяется по результатам нивелирования, верх всех марок должен быть на уровне расчетной отметки (монтажного горизонта). Маяки обеспечивают точность установки пане-

лей по высоте и их опирание в момент посадки панелей на свежий раствор, укладываемый по ходу монтажа между маяками.

Монтажу наружных стеновых панелей предшествуют следующие подготовительные процессы:

установка теплоизоляционных вкладышей в горизонтальных стыках;

установка водоотводящих сливов из алюминиевого сплава в местах пересечения горизонтальных и вертикальных стыков;

наклейка гернитового шнура на горизонтальные гребни панелей наружных стен нижележащего этажа.

Установку панелей стен в проектное положение выполняет звено монтажников в составе: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 1 человек; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Перед подачей стеновой панели к месту установки должно быть проверено наличие закладных деталей, монтажных и подъемных петель, осуществлены строповка и пробный подъем элемента на высоту до 0,5 м.

Монтаж панелей наружных стен начинают с установки маячных панелей на одном из торцов здания. Технологический процесс установки панелей стен в проектное положение выполняется в следующей последовательности.

На высоте около 30 см от перекрытия панель начинают направлять на плоскость установки. Панель при опускании на растворную панель ориентируют по рискам геодезической разбивки. При отсутствии существенных отклонений панели от ее проектного положения (правильность установки по высоте, соблюдение ширины и вертикальности шва, правильное положение панели в плане, отсутствие наклона панели) монтажники приступают к установке низа панели. Выполняя этот процесс, они перемещают панель при помощи монтажного ломика и контрольного шаблона до монтажной риски. Опущенная на перекрытие стеновая панель должна стоять вертикально или с небольшим наклоном внутрь. При натянутых стропках выверяют положение стеновой панели. Временное крепление установленной стеновой панели производят при помощи:

бесструбцинным подкосом с винтовым зажимом (рис. 7.1, а);

укороченных подкосов (рис. 7.1, б, в).

Подкосы закрепляют одним концом в технологическое отверстие панели перекрытия, другим – за монтируемую панель наружной стены (рис. 7.1).

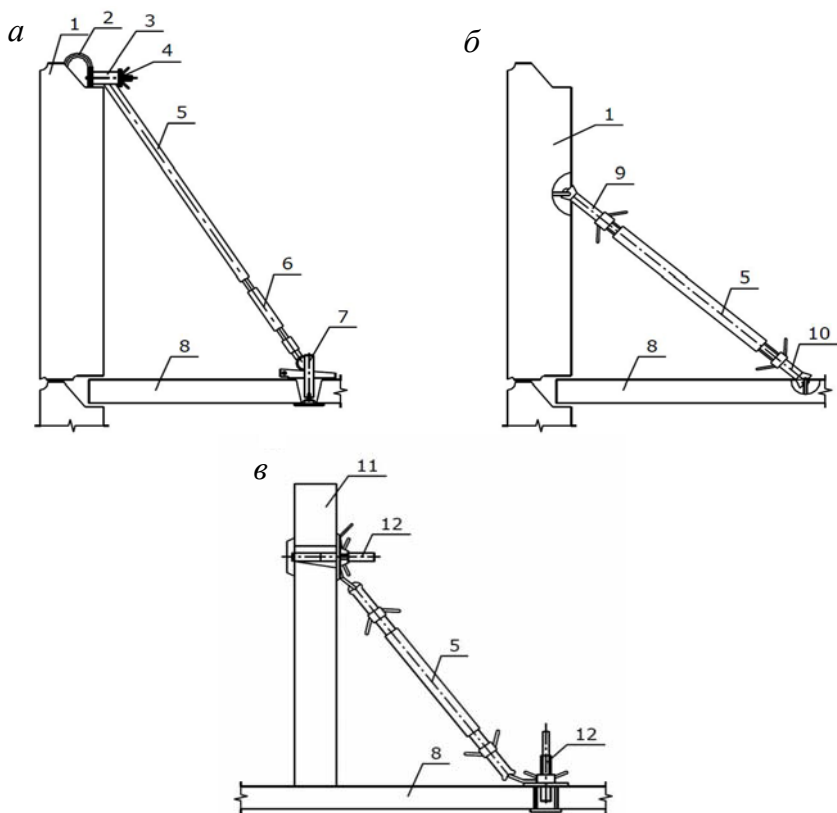


Рис. 7.1. Временное крепление наружных и внутренних стеновых панелей:
а – бесструбцинным подкосом с винтовым зажимом; *б*, *в* – укороченным подкосом;
 1 – панель наружной стены; 2 – монтажная петля панели; 3 – верхняя захватная головка; 4 – гайка с барашком; 5 – труба подкоса; 6 – натяжная муфта; 7 – клиновой захват; 8 – плита перекрытия; 9 – верхний захват с натяжным устройством;
 10 – нижний захватывающий крюк с натяжной муфтой; 11 – внутренняя стеновая панель; 12 – универсальный захват

В плоскость стены панель выводят вращением натяжных гаек, установленных на подкосе. Ориентируясь на показания рейки-отвеса, постепенно подводят панель к вертикали, отклоняя ее наружу:

изнутри зазор в горизонтальном шве можно зачеканить раствором, уплотняя шов подбиткой. Зазор в горизонтальном шве с внешней стороны чрезвычайно сложно качественно заделать без установки средств подмащивания.

После установки стеновой панели в проектное положение при помощи дистанционного устройства выполняют расстроповку смонтированной конструкции и зачеканивают горизонтальный шов панели. Затем в пазы вертикальных стыков панелей наружных стен заводят гофрированную водоотбойную ленту из алюминиевого сплава. Ленту устанавливают так, чтобы крайние гофры были обращены к фасаду.

Монтаж внутренних стеновых панелей и перегородок выполняют после установки панелей наружных стен в пределах, определенных технологической последовательностью. Перед установкой панелей внутренних стен постоянные связи, соединяющие панели наружных стен между собой, должны быть приварены в соответствии с проектом; наклеена лента «Герволент» и установлены утепляющие вкладыши в вертикальных стыках наружных стен.

Технология производства работ при монтаже внутренних стеновых панелей следующая.

До начала работ на месте установки внутренней стеновой панели проверяют наличие рисков геодезической разбивки, очищают зону монтажа от строительного мусора, подносят и размещают необходимую оснастку и инструмент. Далее выполняют растворную постель, укладывая равномерным слоем на 3–5 мм выше маяков цементных растворов подвижностью около 5 см (рис. 7.2). Монтажники на высоте 20–30 см над поверхностью междуэтажного перекрытия принимают панель и, разворачивая ее в нужном направлении, плавно опускают на подготовленную растворную постель. Если в панелях внутренних стен и перегородок отсутствуют монтажные петли, то для их строповки применяют инвентарные петли, которые также можно использовать для временного закрепления монтажных приспособлений.

При натянутом положении стропов производят установку низа стеновой панели, контролируя проектное положение ее по рискам геодезической разбивки при помощи шаблона. В случае необходимости отклонения стеновой панели от проектного положения используют монтажный ломик. Затем устанавливают монтажную связь для временного закрепления стеновой панели. С монтажного столика закрепляют струбцину на панели внутренней стены, а захват той

же связи – соответственно за подъемную петлю примыкающей панели наружной стены. При ослабленных стропях приступают к выверке вертикальности панели по рейке-отвесу: проверяют вертикальность панели, незначительное отклонение выправляют стяжной муфтой монтажной связи. Аналогичным образом выполняют монтаж панелей внутренних стен при помощи двух монтажных связей или монтажной связи и подкоса со струбциной. В этом случае струбцина закрепляется на верхней грани стеновой панели, подкос внизу – за монтажную петлю плиты перекрытия.

Для обеспечения точности и ускорения установки внутренних панелей применяют фиксаторы-ловители, заранее привариваемые к складным деталям или заделываемые в панели перекрытий (рис. 7.2).

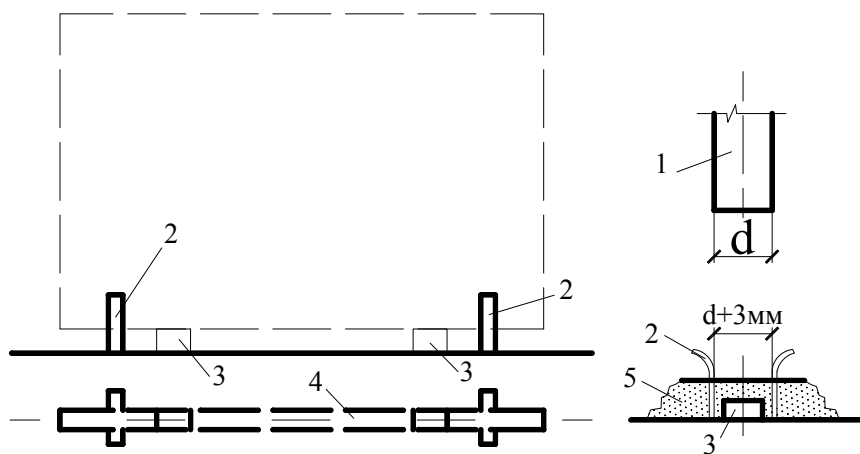


Рис. 7.2. Схема установки внутренних стеновых панелей с применением фиксатора-ловителя:
 1 – стеновая панель; 2 – фиксатор-ловитель; 3 – маяк;
 4 – осевая проволока; 5 – раствор

Фиксаторы-ловители высотой 100 мм изготавливают из арматурной стали или полосового железа. Просвет между фиксаторами должен соответствовать толщине панели с превышением на 3 мм.

Временное крепление панелей внутренних стен, кроме подкосов, осуществляют подставками, которые устанавливают со свободного торца панели (рис. 7.3).

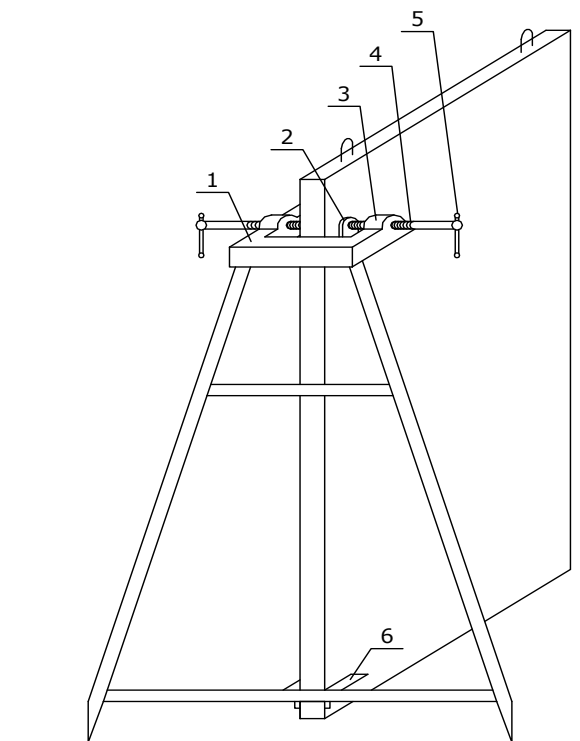


Рис. 7.3. Подставка для временного крепления панелей внутренних стен:
 1 – скоба; 2 – шайба; 3 – гайка; 4 – винт; 5 – рукоятка;
 6 – уголок для фиксации струбины

Для внутренних стен-перегородок применим следующий способ временного крепления.

Соединение наружной стеновой панели и панели-перегородки осуществляют монтажной связью, имеющей крюк для закрепления к петле наружной панели и струбины, надеваемой на перегородку. Свободный конец перегородки закрепляют переносной монтажной треугольной опорой.

Закрепление перегородки возможно также при помощи двух стоек, закрепляемых в дверном проеме. Чаще железобетонные и гипсолитовые перегородки при монтаже закрепляют с помощью стоек и постоянных монтажных связей, привариваемых к закладным деталям наружных, внутренних стен и перегородок.

Монтаж плит перекрытий (покрытий) выполняют после установки и постоянного закрепления всех стеновых элементов на захватке и подачи на монтируемый этаж необходимых деталей и конструкций для достроечных работ. К месту укладки плиты подают в горизонтальном положении. Если плиты перекрытий (покрытия) на строительную площадку привозят в вертикальном или наклонном положении, то для их перевода в горизонтальное положение применяют универсальное грузозахватное устройство с гидрокантователем или стационарные рамные кантователи.

Монтаж плит перекрытия ведут от помещений, примыкающих к лестничной клетке. Монтаж ведется способом «на себя». Сначала устанавливают плиты удаленного от крана ряда, затем ближнего. Монтаж ведут последовательно в две стороны от лестничной клетки. Укладка плит перекрытия (покрытия) осуществляется звеном монтажников в составе: 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 2 человека; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек. Первая плита при укладке монтируется с монтажных столиков, последующие – с уже смонтированных плит перекрытий.

В месте укладки (опирания) плиты перекрытия опорную поверхность стен и перегородок очищают от грязи, снега, наледи, укладывают цементный раствор по всему контуру опорных поверхностей, расстилая его ровным слоем. Находясь на средствах подмащивания или ранее уложенной соседней плите, монтажники принимают подаваемую краном плиту, ориентируя ее над местом укладки. Плиту плавно укладывают на постель из цементного раствора.

При натянутых стропях плиту рихтуют, проверяют уровнем горизонтальность поверхности и ее положение по высоте. *Для обеспечения проектного размера опорной площади плиты перед укладкой каждой плиты перекрытия рекомендуется подгибать монтажные петли наружных и внутренних стеновых панелей. Это позволит каждую плиту перекрытия по всему контуру укладывать на проектную ширину опоры.*

Плиты перекрытий (покрытий), имеющие с одной стороны вместо подъемных петель конусообразные технологические отверстия, стропят за инвентарные петли-захваты, предварительно установленные в эти отверстия. Инвентарная петля-захват предназначена для временного закрепления монтажных приспособлений в местах, где отсутствуют подъемные петли (на некоторых панелях внутрен-

них стен и плитах перекрытий). Она представляет собой струбцину, к которой приварена специальная петля. Установку инвентарного захвата на панели производят при помощи зажимного винта.

После окончательной выверки уложенной плиты осуществляют ее расстроповку. Инвентарные петли-захваты вынимают из конусообразных отверстий после отцепки крюков.

Технологическая последовательность монтажа крупнопанельных бескаркасных зданий принимается в зависимости от конструктивных особенностей здания, условий обеспечения устойчивости смонтированных элементов и частей зданий, удобств и безопасности монтажа. Для обеспечения устойчивости вновь установленных элементов используют пространственную жесткость ранее смонтированных лестничных клеток, санитарно-технических кабин и угловые сопряжения панелей. Если жесткость ранее смонтированных конструкций не может быть использована, то очередной сборный элемент при его установке временно закрепляют посредством специальных инвентарных приспособлений – кондукторов, подкосов, растяжек и др.

В практике массового строительства применяются следующие схемы последовательности монтажа крупнопанельных зданий.

Монтаж каждого этажа здания начинают с установки и выверки в пределах захватки маячных панелей, применяемых в качестве опорных. При дальнейшем использовании этих маячных панелей монтаж продолжают по принципу замкнутых прямоугольников, образующих устойчивые контуры: последовательно монтируют панели наружных, внутренних поперечных и продольных стен, а также лестничные площадки и марши. После монтажа и закрепления этих элементов в пределах захватки устанавливают панели перегородок, затем плиты перекрытия и балконные плиты.

По другой схеме *вначале монтируют маячные панели только на углу, отдаленном от крана*. По этим маячным панелям устанавливают следующие панели стен в таком порядке, чтобы образовалась ячейка с замкнутым контуром. Затем внутри ячейки монтируют перегородки и далее плиты перекрытия. Данная схема позволяет выполнять монтаж с большей концентрацией работ на отдельных участках здания.

В последнее время получил распространение метод, по которому *монтаж этажа начинают с установки маячных панелей наружных стен, наиболее отдаленных от башенного крана*. В дальнейшем монтаж ведут по направлению «на кран», что обеспечивает кранов-

щику лучшее наблюдение за установкой сборных элементов. После монтажа наружных стеновых панелей на противоположной от крана оси здания устанавливают панели внутренних стен, элементы лестниц и, наконец, панели наружной стены, ближайшей к крану, а также перегородки. Далее этаж закрывают плитами перекрытий.

В зависимости от конструктивных решений зданий применяют также последовательность, *при которой на захватке вначале устанавливают наружные стеновые панели, потом внутренние – либо вначале внутренние, а затем наружные стеновые панели.*

Установка вначале наружных панелей имеет ряд преимуществ:

свободный доступ к швам наружных панелей с внутренней стороны, что позволяет выполнить устройство дополнительной изоляции и тем самым повысить эксплуатационную надежность стыка;

более удобный способ крепления наружных стеновых панелей, так как специальные петли для крепления подкосов находятся на уровне роста рабочего и крепить за них можно непосредственно с плит перекрытия;

смонтированные в первую очередь по периметру строящегося дома наружные стеновые панели позволяют обеспечить безопасные условия труда.

При любой схеме монтажа до укладки междуэтажных перекрытий, в том числе над подвалом, в пределах каждого этажа должны быть полностью установлены панели стен и перегородок, закончены работы по устройству подготовки под чистые полы. Кроме того, должна быть произведена подача материалов, необходимых для выполнения внутренних работ на данном этаже.

Один из современных, прогрессивных методов монтажа крупнопанельных зданий повышенной этажности – применение групповой монтажной оснастки «Индикатор 12-16».

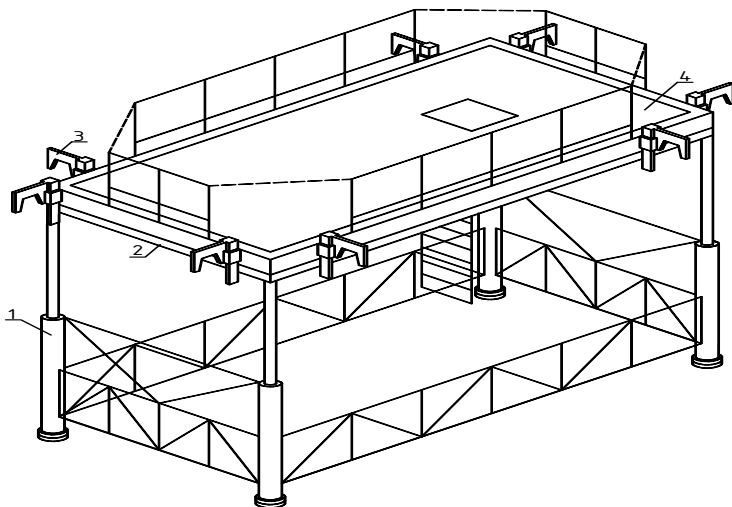
Монтажная оснастка представляет собой комплект кондукторов, соединенных жесткими тягами. Кондуктор с захватами полуавтоматического действия (рис. 7.4, а) включает:

несущие подмости;

подвижную раму с навешенными рабочими органами (полуавтоматические захваты, струбины, тяги, визиры, фиксаторы, механизмы продольного и поперечного перемещения рамы);

приспособления для обеспечения безопасного производства работ (ограждения, настилы, лестницы).

a



б

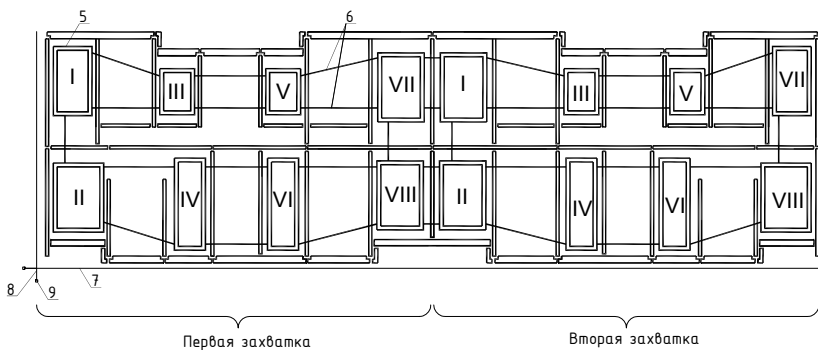


Рис. 7.4. Схема монтажа панельного здания с применением групповой монтажной оснастки «Индикатор 12-16»:

a – кондуктор с захватами полуавтоматического действия;

б – схема установки комплекта монтажной оснастки;

1 – несущие подмости; *2* – подвижная рама; *3* – полуавтоматические вилочные захваты; *4* – рабочий настил; *5* – кондуктор; *6* – соединительные тяги;

7 – продольный базовый створ; *8* – поперечный базовый створ; *9* – репер;

I–VIII – порядковые номера установки кондукторов

Кондукторы устанавливают краном непосредственно на перекрытие в пределах захватки с точностью ± 100 мм и приводят их в рабочее положение перемещением подвижной рамы относительно

подмостей с помощью соответствующих механизмов. Затем все кондукторы соединяют между собой жесткой системой связей.

Монтаж здания начинают с несущих панелей внутренних стен. С помощью крана стеновая панель подводится под полуавтоматические вилочные захваты с зазором между ними 10–15 мм. Затем с помощью фиксаторных винтов закрепляют верх стеновой панели. Панель опускают на перекрытие и устанавливают в проектное положение с контролем вертикальности рейкой-отвесом. Дополнительной выверки и рихтовки элемента не требуется. На установку панели затрачивают 30–40 мин. После проектного закрепления панели освобождение от вилочных захваток производят поднятием их и установкой в предмонтажное положение с помощью пружинного фиксатора. Торцовые панели наружных стен устанавливают без применения индикатора.

Использование монтажной оснастки обеспечивает:

- надежное временное крепление монтируемых элементов до выполнения проектной сварки и замоноличивания;

- высокую точность установки несущих и ограждающих вертикальных элементов;

- существенное снижение затрат труда при установке элементов здания;

- снижение кранового времени на монтаж, что в свою очередь уменьшает общие сроки строительства;

- создает монтажникам и сварщикам удобные и безопасные условия труда.

Схема установки комплекта монтажной оснастки из восьми кондукторов приведена на рис. 7.4, б.

7.2. Монтаж одноэтажных промышленных зданий

Общие положения

Возведение одноэтажных промышленных зданий выполняется, как правило, двумя технологическими потками. *Первый* – это монтаж конструкций несущего каркаса: колонны, подкрановые балки, несущие конструкции покрытия (фермы, балки), плиты покрытия. *Второй* – монтаж стенового ограждения.

В зависимости от последовательности монтажа отдельных конструкций несущего каркаса различают следующие методы монтажа:

раздельный (дифференцированный) метод монтажа, который предусматривает последовательную установку, временное и окончательное закрепление всех конструктивных однотипных элементов в пределах захватки и только после этого монтаж конструкций другого типа. Например, сначала монтируют колонны на всей захватке, подкрановые балки, затем – балки (фермы), после этого – элементы покрытия;

комплексный метод монтажа предусматривает установку и окончательное закрепление всех конструктивных элементов одной ячейки здания, образующих жесткую устойчивую систему – «ядро жесткости». То есть вначале устанавливают четыре колонны, затем две подкрановые балки, после этого – две фермы (балки) и в последнюю очередь – плиты покрытия (перекрытия). Эффективное применение этого метода монтажа возможно при использовании быстротвердеющих цементов (глиноземистого, магнезиального) для бетонной смеси, используемой для стыка соединения колонны с фундаментом стаканного типа. Стоимость быстротвердеющих цементов почти в четыре раза выше стоимости портландцемента. Однако учитывая, что требуемый набор прочности бетонной смеси на быстротвердеющих цементах не превышает 4–6 часов, а на замоноличивание стыков расход цемента небольшой, применение глиноземистого и магнезиального цементов можно считать экономически оправданным.

комбинированный (смешанный) метод монтажа представляет собой сочетание раздельного и комплексного методов. Отдельным монтажным потоком устанавливают все колонны на захватке, а затем с учетом обеспечения безопасных условий труда осуществляется монтаж всех остальных конструкций комплексным методом. Этот метод монтажа наиболее эффективен, так как при минимальном количестве монтажных стоянок крана обеспечивает ритмичную работу полного монтажного потока. При данном методе возведение несущего каркаса промышленного здания начинают с монтажа всех колонн на захватке.

Монтаж колонн включает приемку фундаментов (проверку их размеров, положение закладных деталей) с геодезической проверкой положения их осей и высотных отметок дна стакана.

По четырем граням подколонника сверху его краской наносят осевые риски. На колоннах осевые риски наносятся на заводе изготовители. На колонны высотой более 12 м закрепляют хомуты или струбцины для их временного крепления. Колонны предварительно раскладывают у мест монтажа. При использовании самоходных стре-

ловых кранов колонны располагают опорной частью ближе к фундаменту, оголовок направляют в пролет по ходу монтажа. Места строповки колонн должны быть доступны для ведения работ.

Строповку колонн выполняют с помощью универсальных и траверсных стропов, строп-захватов, захватов или полуавтоматических захватов. Строповку колонн универсальными стропами или строп-захватами производят в обхват. Траверсные стропы и захваты крепят с помощью круглого стержня (пальца), пропущенного через отверстие, оставленное в колонне при ее изготовлении. Недостаток строповки с помощью универсальных стропов (обычных захватов) состоит в том, что при расстроповке монтажник должен подниматься на устанавливаемую колонну. Чтобы избежать этого, применяют захваты, позволяющие выполнять расстроповку с земли (рис. 7.5).

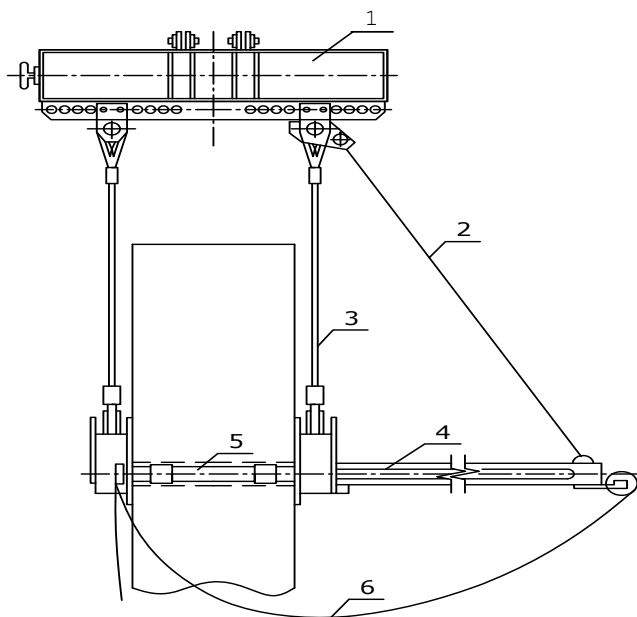


Рис. 7.5. Захват для монтажа железобетонных колонн:

- 1 – универсальная траверса; 2 – натяжная цепь; 3 – несущий канат;
- 4 – направляющий штырь; 5 – несущий палец; 6 – расстроповочный канат

Траверсы и захваты подвешивают к крюку крана за проушины или кольца (иногда при помощи стальных канатов).

Тяжелые высокие колонны поднимают и переводят в проектное положение способом «скольжения» (рис. 7.7).

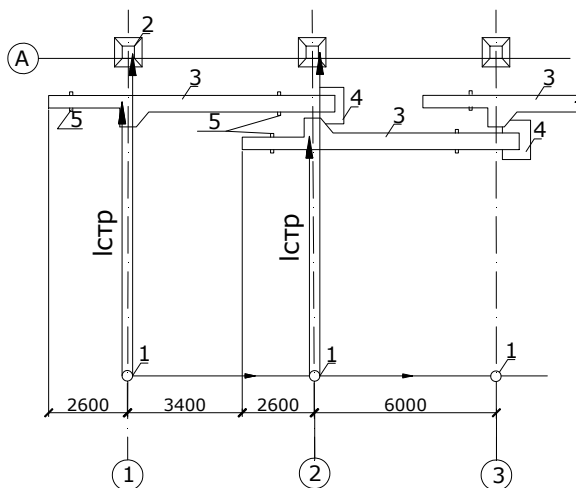


Рис. 7.7. Технологическая схема монтажа колонн способом «скольжения»:
 1 – стоянка гусеничного крана; 2 – кондуктор; 3 – колонны, подготовленные к монтажу; 4 – тележка; 5 – подкладки

Поднятые краном колонны опускают в стакан фундамента, совмещая осевые риски в нижней части колонн с осевыми рисками на фундаменте. Затем проверяют вертикальность колонн с помощью двух теодолитов. Для лучшего ориентирования при установке колонн стреловыми кранами используют жесткие манипуляторы, устанавливаемые у шарнира пяты стрелы. Фиксация проектного положения, выверка и временное закрепление колонн в стаканах фундаментов осуществляется расклиниванием.

Для расклинивания рекомендуется применять клинья, изготовленные из бетона или металла. Такие клинья можно оставлять после завершения замоноличивания стыка колонн с фундаментом. Клинья, выполненные из древесины, необходимо демонтировать после набора бетоном в стыке требуемой прочности.

Для колонн поперечным сечением до 400×400 мм устанавливается по одному клину с каждой стороны колонны, при большем сечении – по два клина с каждой стороны.

При монтаже легких и средней массивности колонн целесообразно использовать одиночные или групповые кондукторы, что позволяет существенно снизить монтажный цикл и повысить точность установки элементов.

Колонны высотой 12–18 м закрепляют дополнительно к кондукторам, расчалками, связями-распорками. Верхние концы расчалок крепят к хомуту, установленному на колонне выше центра ее тяжести. Средства временного крепления колонн, рассчитывают с коэффициентом запаса не менее 3. Демонтируют их после окончательного закрепления колонн и достижения бетоном стыка прочности не менее 70 % проектного значения.

Монтаж подкрановых балок на захватке начинают после того, как прочность бетона в стыках колонн с фундаментом достигнет не менее 75 % от проектного значения.

Монтажу подкрановых балок предшествуют следующие подготовительные работы.

С помощью нивелира выполняется проверка отметок опорных площадок (консолей колонн). Для обеспечения проектного монтажного горизонта подкрановых балок выполняется приварка металлических пластин к закладным деталям консолей колонн. На каждой подкрановой балке, вблизи от опоры конструкции, закрепляют пеньковые канаты (оттяжки).

Установку подкрановых балок в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 2 человека; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Раскладку балок перед подъемом при монтаже стреловыми кранами осуществляют параллельно оси колонн. Балку при подъеме удерживают от раскачивания оттяжками из пенькового каната и разворачивают в нужном направлении. Монтаж железобетонных подкрановых балок выполняется методом поворота стрелы крана или изменением вылета стрелы (рис. 7.8).

Балки устанавливают по осевым рискам, нанесенным на консоли колонн. Выполняют временное закрепление торцов подкрановых балок на консолях колонн. После временного закрепления подкрановых балок в пределах одного пролета или температурного блока осуществляют геодезическую проверку в плане и по высоте. Затем выполняют сварку закладных деталей подкрановых балок и консолей колонн.

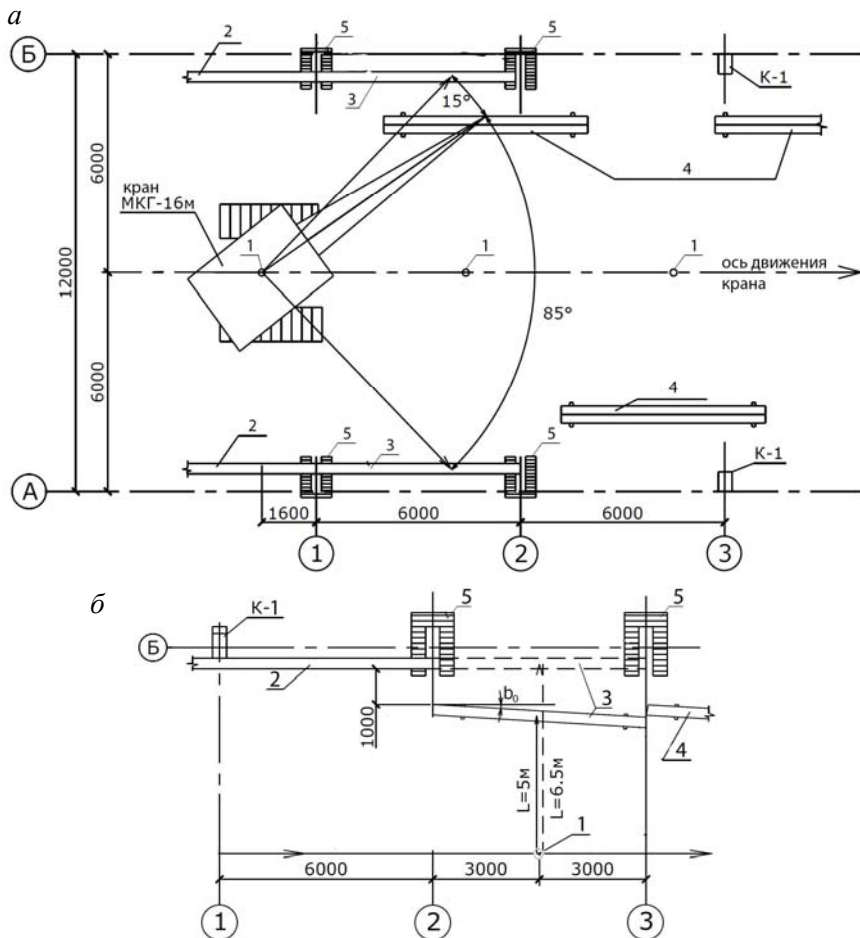


Рис. 7.8. Технологические схемы монтажа подкрановых балок:
a – поворотом стрелы крана; *б* – изменением вылета стрелы;
 1 – стоянки гусеничного крана; 2 – смонтированные подкрановые балки;
 3 – монтируемая подкрановая балка; 4 – подкрановые балки,
 подготовленные к монтажу; 5 – приставная лестница-площадка;
 К-1 – смонтированная колонна; $L = 5$ м, $L = 6,5$ м – вылеты стрелы крана

После окончательной выверки подкрановых балок составляют исполнительную схему, на которой отмечают геодезическое положение монтируемых элементов. Эти данные необходимы при установке рельсового пути.

Монтаж несущих конструкций покрытия может выполняться с предварительной раскладкой конструкций у мест монтажа или непосредственно с транспортных средств – то есть с «колес».

Раскладку ферм и балок производят вдоль пролета таким образом, чтобы кран с монтажной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы (см. рис. 7.8). Для обеспечения устойчивости монтируемых элементов их складывают в специальных кассетах.

До начала монтажа балок и ферм покрытия на захватке должны быть полностью завершены работы по установке колонн. Бетон в стыках колонн с фундаментом должен набрать прочность не менее 75 % от проектного значения.

Работы по установке несущих конструкций покрытия в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 6-го разряда – 1 человек; 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 1 человек; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Монтажу несущих конструкций покрытия предшествуют следующие подготовительные работы.

Для выверки и временного закрепления ферм (балок) на колоннах устанавливают необходимые средства подмащивания, обеспечивающие безопасные условия труда монтажников. С помощью нивелира выполняется проверка отметок опорных площадок (оголовка колонн). Для обеспечения проектного монтажного горизонта несущих конструкций покрытия выполняется приварка металлических пластин к закладным деталям оголовка колонн. На каждой балке (ферме) покрытия, у опоры конструкции, закрепляют пеньковые канаты (оттяжки). Для временного закрепления ферм (балок) в проектном положении до монтажа на них закрепляют стальные канаты (расчалки) и связи-распорки. Для балок пролетом до 18 м применяют две связи-распорки, для ферм пролетом 24 и 30 м – три связи-распорки. При шаге несущих конструкций покрытия 6 м связь-распорка выполняется из труб, при шаге 12 м – в виде решетчатого прогона из легких сплавов. Распорки прикрепляют к верхнему поясу конструкции на земле, до ее подъема. К свободному концу распорки прикрепляют пеньковый канат, при помощи которого ее поднимают для присоединения к струбине, установленной на вновь монтируемой ферме (балке). Снимают распорки только после окончательного закрепления ферм (балок) и укладки плит покрытия.

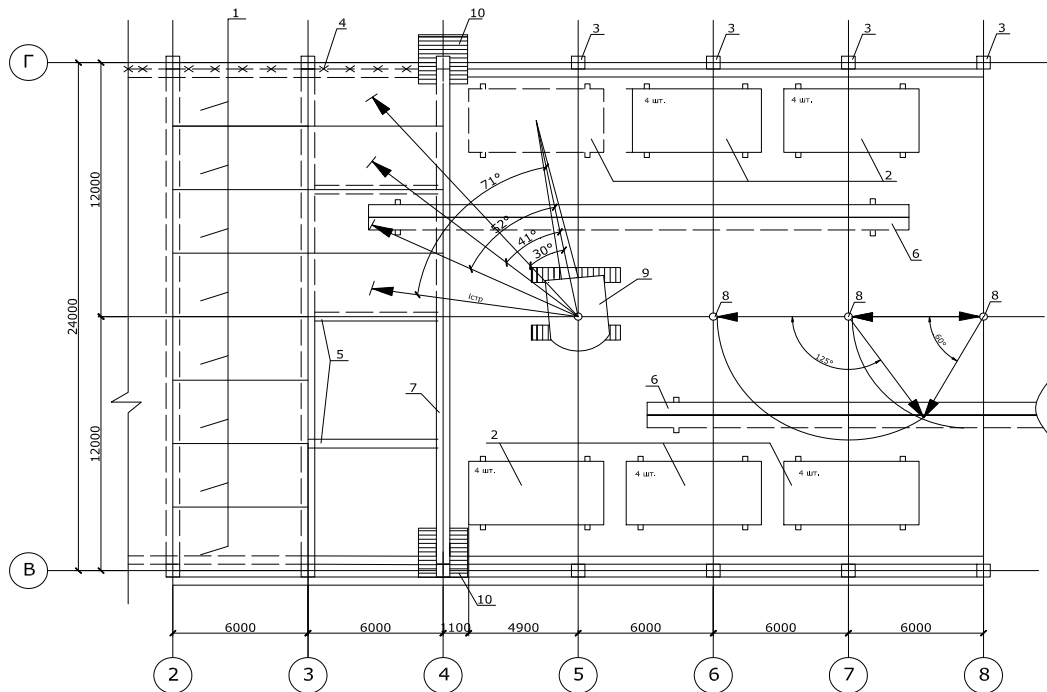


Рис. 7.9. Технологическая схема монтажа конструкций покрытия и плит покрытия:

1 – смонтированные плиты покрытия; 2 – складированные плиты покрытия; 3 – смонтированные колонны; 4 – временное ограждение; 5 – связи-распорки; 6 – складированные фермы; 7 – смонтированные фермы; 8 – стоянки гусеничного крана; 9 – гусеничный кран; 10 – приставная лестница-площадка

После подъема, установки и выверки *первую ферму (балку)* раскрепляют расчалками (стальными канатами). Затем устанавливают вторую конструкцию покрытия и раскрепляют ее с помощью связей-распорок с первой (рис. 7.9). После установки связей-распорок и закрепления второй фермы в проектное положение расчалки, установленные на первой ферме (балки), демонтируются. Затем производят монтаж плит покрытия на ячейке.

Выверка, выведение балок (ферм) на опоре в проектное положение и временное их закрепление осуществляются с использованием специального кондуктора (рис. 7.10).

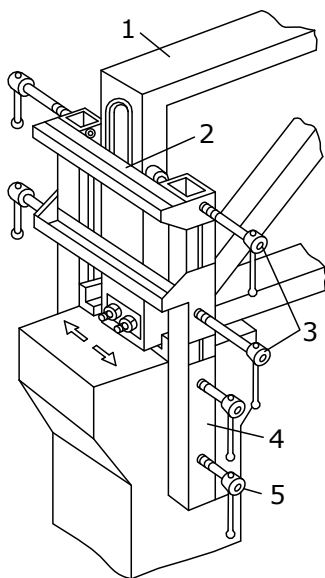


Рис. 7.10. Кондуктор для выверки и временного закрепления на опоре ферм (балок) покрытия в проектное положение:

1 – ферма (балка); 2 – связь;
3 – регулировочные винты; 4 – обойма кондуктора; 5 – зажимной винт

При монтаже ферм (балок) на отметках более 14 м рекомендуется использовать передвижные и самоходные телескопические и шарнирные вышки и подъемники, которые обеспечивают удобные и безопасные условия работы монтажников на высоте.

Монтаж плит покрытия для обеспечения жесткости покрытия ячейки ведется сразу после работ по установке и постоянному закреплению на опорах несущих конструкций покрытия ячейки. Для первой ячейки – это две фермы (балки), для последующих ячеек – после установки одной несущей конструкции.

Плиты покрытия рекомендуется устанавливать по двум схемам: *продольной*, когда плиты монтируют краном, перемещающимся вдоль пролета;

поперечной, когда кран движется поперек пролета.

На практике, как правило, применяют продольную схему монтажа с использованием самоходных кранов оборудованных гуськом.

Плиты покрытия перед монтажом укладываются в штабеля высотой до 2,5 м или монтируют непосредственно «с колес».

Для строповки плит покрытия (перекрытия) размерами в плане до $6 \times 1,5$ м применяют четырехветвевые стропы. Строповка плит покрытия (перекрытия) размерами в плане более $6 \times 1,5$ м выполняется с помощью траверс.

Для безопасной работы на высоте перед подъемом плиты снабжают временным инвентарным ограждением. Перед подъемом их крепят к плитам за монтажные петли клиньями (рис. 7.11, а) или с помощью специальных болтов (рис. 7.11, б). Это ограждение остается на весь период работы по устройству крыши.

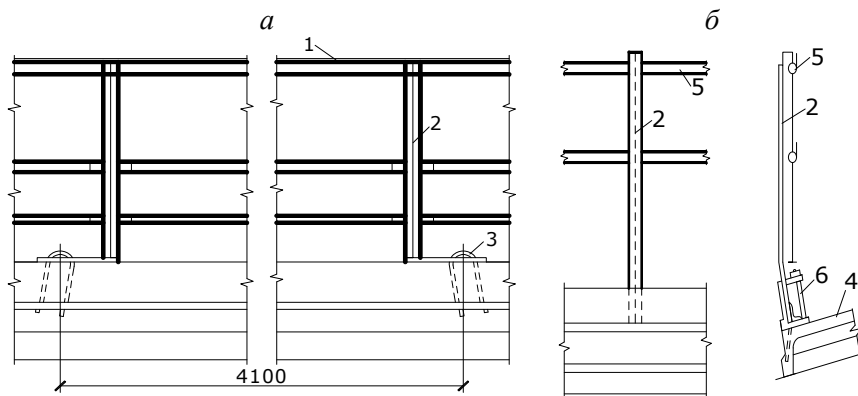


Рис. 7.11. Временное ограждение по плитам покрытия (перекрытия):
а – с закреплением к плитам клиньями; б – с закреплением к плитам болтами;
1 – перила; 2 – стойка; 3 – клин; 4 – железобетонная плита; 5 – тросовое ограждение;
6 – болтовой элемент крепления

Работы по укладке плит покрытия в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 2 человека; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

При монтаже первой плиты покрытия монтажники находятся на автовышках или подъемниках. Вторую и последующие плиты покрытия монтируют с уже смонтированных плит. Для обеспечения постоянного зазора между плитами, необходимого для устройства шва, при монтаже применяют ломики-шаблоны.

При бесфонарной конструкции кровли плиты покрытия рекомендуется укладывать от одного конца фермы (балки) к другому, начиная со стороны ранее смонтированного пролета, при наличии фонарей – от концов ферм (балок) к середине пролета. Закладные детали каждой плиты в трех углах опирания необходимо приварить к закладным деталям верхнего пояса фермы (балки). Технологическая схема монтажа плит покрытия дана на рис. 7.9.

Монтаж стенового ограждения выполняется отдельным потоком после окончания монтажа несущего каркаса здания или захватки.

Работы по установке панелей стен в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 1 человек; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Стеновые железобетонные панели располагают на монтажной площадке по контуру сооружения в вертикальном положении в кассетах (рис. 7.12). Перед строповкой должны быть проверены строповочные детали и очищены от наплывов бетона закладные части.

Стропят панели в двух точках за заделанные в них петли или строповочные отверстия с применением траверсы или двухветвевым стропом в зависимости от требований ППР. Панели устанавливают на раствор по маякам или уложенный герметик. После выверки положения панели до расстроповки ее следует закрепить в соответствии с требованиями проекта производства работ.

Панели обычно устанавливают горизонтальными рядами в пределах одного монтажного пролета. При установке необходимо следить за правильностью положения панелей по вертикали и горизонтали. Подъем и установку производят монтажным краном, передвигающимся снаружи вдоль здания. Узлы крепления панелей к колоннам находятся внутри здания, и монтажники должны иметь возможность в безопасных условиях после выверки панели закрепить ее. Крепление осуществляют обычно на сварке. Закрепляют сначала верхние узлы, а затем, если они есть, нижние. Окончательную заделку горизонтальных и вертикальных швов выполняют после окончания мон-

тажа всех панелей по высоте. Монтаж стенового ограждения ведут в основном самоходными стреловыми кранами.

Наиболее сложный вопрос в организации работ по монтажу стен промышленных зданий – это выбор средств подмащивания (подмостей) для обеспечения рабочего места монтажников на высоте. От подмостей требуется большая мобильность, так как на монтаж одной стеновой панели затрачивается немного времени. Учитывая, что во время производства работ монтажники должны находиться внутри здания, целесообразно использовать передвижные подмости типа ПВС переменной высоты или автогидроподъемники типа АГП с высотой подъема 12, 18 и 24 м.

Схема организации производства работ при монтаже стеновых панелей приведена на рис. 7.12.

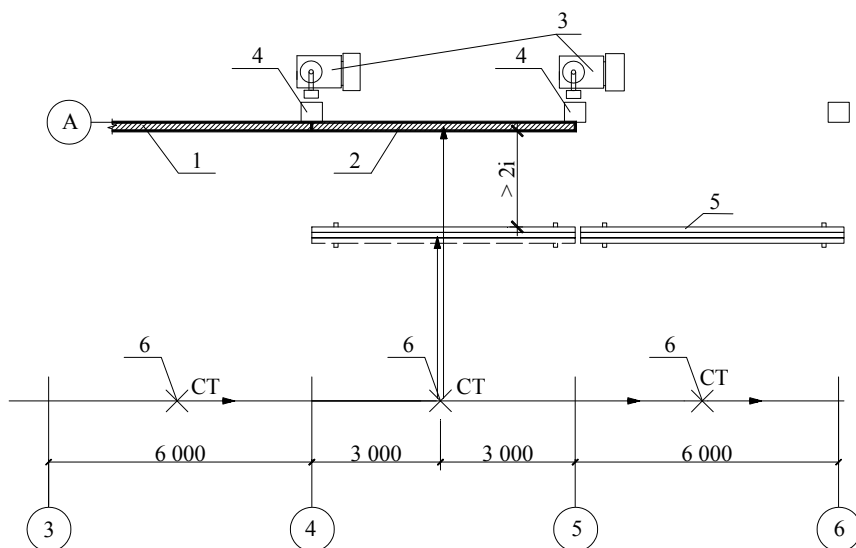


Рис. 7.12. Технологическая схема монтажа стеновых панелей:

- 1 – смонтированная стеновая панель; 2 – монтируемая стеновая панель;
- 3 – автовышка; 4 – колонна; 5 – стеновые панели, складированные в кассетах;
- 6 – стоянки самоходного крана

Герметизацию и заделку стыков в стеновых панелях выполняют с люлек, подвешиваемых с внутренней стороны здания на специальных консолях, фиксируемых к покрытию здания.

7.3. Монтаж многоэтажных каркасно-панельных зданий

При возведении многоэтажных каркасно-панельных зданий применяется *комбинированный (смешанный) метод монтажа*, который представляет собой сочетание раздельного и комплексного методов.

Как правило, принимается следующая последовательность производства работ.

Отдельным технологическим потоком монтируются конструкции несущего каркаса зданий. Для обеспечения устойчивости (жесткости) надземной части здания в процессе монтажа рекомендуется соблюдать следующую технологию производства работ.

На первом этапе монтируются: колонны первого яруса, ригеля по колоннам первого яруса; плиты перекрытия по ригелям каждого этажа колонн первого яруса с замоноличиванием швов плит.

Затем монтируют колонны второго яруса (предназначены на возведение одного этажа); ригеля по колоннам второго яруса; плиты перекрытия по ригелям колонн второго яруса с замоноличиванием швов плит.

Монтаж конструкций несущего каркаса по всем вышележащим этажам здания выполняется аналогично.

Монтаж наружных стеновых панелей выполняется отдельным технологическим потоком после завершения работ по возведению несущего каркаса здания.

Монтаж колонн первого яруса, учитывая геометрические размеры их поперечного сечения, высоту и большую массу, целесообразно выполнять самоходными кранами. Фундаменты под колонны выполняются, как правило, монолитные. Монтажу колонн предшествуют подготовительные работы, включающие приемку фундаментов: проверяют их геометрические размеры, соответствие положения закладных деталей проектной документации.

С помощью геодезических инструментов проверяют положения их осей (теодолит) и высотных отметок (нивелир) дна стакана. По четырем граням фундамента (подколонника) сверху него наносят краской осевые риски. *Ввиду того, что колонны первого яруса высотой на три-четыре этажа имеют большую массу и длину, их монтаж осуществляется способом «скольжения»* (см. рис. 7.7). Установку колонн в проектное положение осуществляет звено монтажников

в составе: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 2 человека; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Монтаж колонн первого яруса выполняется в следующей технологической последовательности.

Поднятую краном колонну устанавливают в стакан фундамента, совмещая осевые риски в нижней части колонны с осевыми рисками на фундаменте. Вертикальность колонны проверяют с помощью двух теодолитов.

Выверенные колонны закрепляют в стакане фундамента с помощью клиньев, а также дополнительно раскрепляют оттяжками, связями-распорками. Верхние концы оттяжек крепят к хомуту, установленному на колонне выше центра ее тяжести. Демонтируют их после окончательного закрепления колонн и достижения бетоном стыка прочности не менее 75 % проектного значения.

Конкретно принятая технология производства работ по монтажу колонн первого яруса зависит от геометрических размеров возводимого многоэтажного каркасно-панельного здания в плане, его объемно-планировочного решения, а также массы и длины монтируемых колонн.

При возведении многоэтажных каркасно-панельных зданий с шагом колонн в монтажных ячейках не менее 12 метров и большой массой (более 10 тонн) колонн первого яруса, рекомендуется использовать гусеничные краны следующих марок: РДК-250-3, ДЭК-251, МКГ-40, СКГ-401 и др. Максимальная высота подъема главного крюка гусеничных кранов составляет 14–15 м. При использовании самоходных стреловых кранов колонны предварительно складывают у мест монтажа.

Строповку колонн выполняют различными фрикционными захватами или с использованием самобалансирующих траверс, систем с дистанционной расстроповкой (что исключает необходимость подъема рабочего к местам строповки после установки колонн).

При возведении многоэтажных каркасно-панельных зданий высотой до 30 метров с шагом колонн в монтажных ячейках менее 12 метров и массой колонн первого яруса до 10 тонн целесообразно применять башенные передвижные краны следующих марок: КБ-100.3Б, КБ-408, КБ-504 и др.

В зависимости от массы элементов, размеров здания и других условий производства башенные краны могут располагаться с одной или обеих сторон монтируемого здания (рис. 7.13, а, б).

При большой массе монтируемых конструкций башенный кран рекомендуется располагать в пятне застройки (рис. 7.13, в).

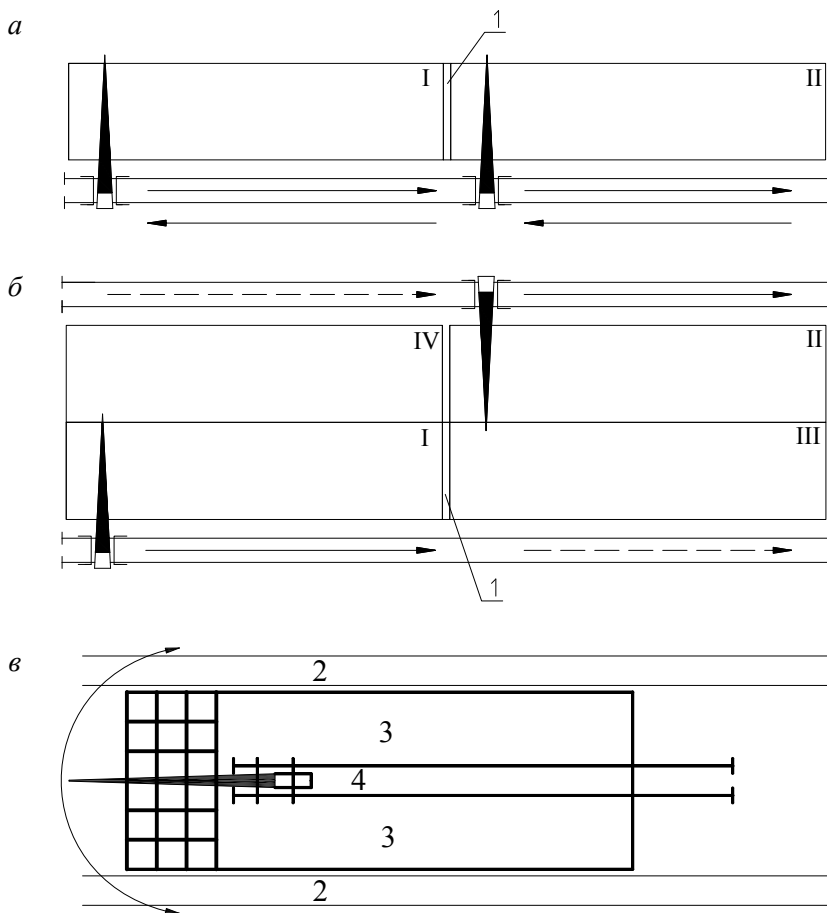


Рис. 7.13. Схемы расположения башенного крана:

- a* – с одной стороны здания; *б* – с двух сторон здания; *в* – в пятне застройки;
- I* – температурно-осадочный шов; *2* – транспортные зоны; *3* – зоны складирования;
- 4* – подкрановые пути или зона движения башенного крана;
- I–IV* – номера захваток

Для обеспечения устойчивости конструкций и частей первого яруса здания в процессе монтажа каркасно-панельных зданий принята следующая последовательность производства монтажных работ.

После завершения на захватке работ по установке в проектное положение колонн первого яруса приступают к монтажу сборных железобетонных ригелей на первом этаже возводимого каркасно-панельного здания.

Установка ригелей. До начала монтажа сборных железобетонных ригелей на опирных участках конструкций закрепляют пеньковые канаты (оттяжки). Затем конструкцию стропуют за монтажные петли и подают краном к месту установки. Установку ригеля в проектное положение осуществляет звено монтажников: 5-го разряда – 1 человек; 4-го разряда – 1 человек; 3-го разряда – 2 человека; 2-го разряда – 1 человек; машинист крана 6-го разряда – 1 человек.

Конструкции узла сопряжения ригелей с колоннами в каркасных многоэтажных зданиях различны, однако во всех случаях ригели соединяются с колоннами – сваркой закладных деталей или выпусков арматуры из оголовка ниже установленной колонны и арматурных выпусков ригеля.

Применяется следующая технология монтажа ригелей.

Монтажники, находясь на передвижных самоподъемных вышках, молотком и зубилом очищают торец консоли колонн от наплывов бетона и наносят осевые риски ригеля на боковые грани колонн. Опустив ригель на опорные площадки (консоли) колонны, проверяют соответствие проекту ширины площадки опирания и совмещение рисков, нанесенных на торцы ригеля с осевыми рисками колонн. С помощью монтажных ломиков при необходимости выводят ригель в проектное положение. Закрепление ригеля в проектное положение осуществляется электросваркой к закладным деталям колонны.

Для создания пространственной жесткости, обеспечивающей неизменяемость монтируемых конструкций в пределах каждого яруса (этажа), по завершении работ на установке ригелей на первом этаже приступают к монтажу сборных железобетонных плит перекрытия.

Укладка плит перекрытия выполняется после завершения работ по закреплению всех ригелей в проектное положение на ярусе. Плиты перекрытия укладывают на ригели по слою цементно-песчаного раствора толщиной не более 20 мм. Укладку плит перекрытия в проектное положение осуществляет звено монтажников: 4-го раз-

ряда (1 человек), 3-го разряда (2 человека), 2-го разряда (1 человек) и машиниста крана 6-го разряда – 1 человек.

Монтаж плит перекрытия в ячейке начинают с укладки связевых плит. Закладные детали уложенных связевых плит перекрытия соединяют с закладными деталями колонн и ригелей электросваркой, обеспечивая пространственную жесткость монтируемых ячеек. После укладки связевых плит приступают к монтажу промежуточных. По завершении приемки сварных соединений плит перекрытия на этаже и выполнения их антикоррозийного покрытия замоноличивают шпонки и швы между плитами перекрытия и примыкающими к ним элементами. Шпонки и швы в плитах замоноличиваются без перерывов на всю высоту за один раз бетоном С16/20.

Для создания пространственной жесткости, обеспечивающей неизменяемость монтируемых конструкций в пределах первого яруса, равного по высоте двум и более этажам каркасно-панельного здания, необходимо до начала монтажа колонн второго яруса полностью завершить установку и закрепление в проектное положение всех ригелей и плит перекрытия на этажах первого яруса.

По завершении монтажных работ по установке ригелей и плит перекрытия на всех этажах первого яруса приступают к монтажу колонн второго яруса.

Монтаж колонн второго и последующих ярусов существенно отличаются от колонн первого яруса. Ввиду того, что от точности монтажа колонн зависят эксплуатационная надежность и долговечность всего сооружения в целом, они предназначены для возведения одного этажа здания: их масса, как правило, не превышает 1,5 тонны, а длина – 4,2 м.

Как показывает практика массового строительства, обеспечить требуемую точность установки колонн второго (и последующих) ярусов на нижестоящие колонны возможно только при использовании кондукторов.

Применение одиночных кондукторов при установке колонн на нижестоящие колонны сопряжено с большими временными затратами и, как правило, приводит к появлению отклонений от проекта в обеспечении точности шага колонн по ячейкам. Величина отклонений от проекта накапливается с увеличением числа пролетов и длины здания. В связи с этим при монтаже многоярусных колонн многоэтажных зданий рекомендованы групповые кондукторы: на-

пример, рамно-шарнирные индикаторы (РШИ), разработанные по предложению Я.С. Дейча (рис. 7.14).

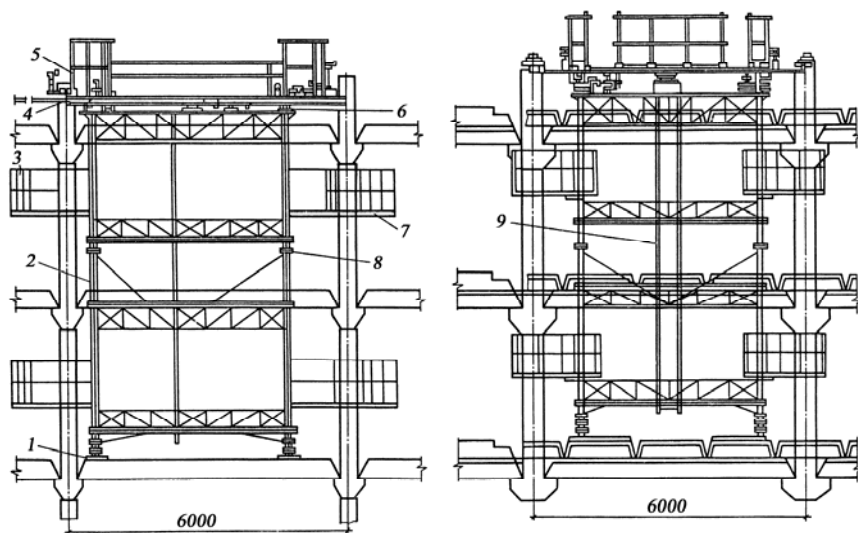


Рис. 7.14. Рамно-шарнирный индикатор (общий вид):

- 1 – деревянная подкладка; 2 – пространственные кольцевые подмости;
 3, 7 – выдвижные поворотные люльки; 4 – шарнирный индикатор; 5 – ограждение;
 6 – шарнирные опоры; 8 – разъемный фланцевый стык; 9 – лестница

Монтаж здания с применением комплекта РШИ начинают с установки монтажного оснащения (рис. 7.15).

В первую очередь, устанавливают РШИ № 1, который выверяется в плане по двум взаимно перпендикулярным направлениям. РШИ № 2 выверяют только в одном направлении, в другом направлении его положение фиксируется подсоединенными к РШИ № 1 поперечными распорками. РШИ № 3 также выверяется в одном направлении. РШИ № 4 не подвергается геодезической выверке: его рабочее положение определяется продольными распорками, присоединенными к ранее выверенному РШИ № 2, а также поперечными распорками, присоединенными к ранее выверенному РШИ № 3.

После установки, закрепления и выверки комплекта РШИ регулируют подвижные упоры хомутов, приводя их в соответствие с размерами сечения колонн. Затем приступают к монтажу колонн, который проводится принудительным методом.

При установке колонну осторожно подводят краном к угловым опорам РШИ и плавно опускают на оголовок колонны нижележащего яруса. Низ колонны совмещают с помощью монтажного лома со стыкуемыми арматурными выпусками или осевыми рисками устанавливаемой колонны с рисками осей колонны нижнего яруса. Для приведения верха колонны в проектное положение и временного закрепления с помощью стального каната и натяжного устройства грани колонны прижимают к фиксирующим граням углового упора. Затем сваривают элементы стыков колонн.

Для удобства работы монтажников на пространственных подмостках РШИ смонтированы поворотные люльки, с которых заделываются стыки конструкций каркаса. РШИ переставляют после окончательной обработки стыков соединений колонн, монтажа и закрепления других сборных конструкций, обеспечивающих устойчивость каркаса.

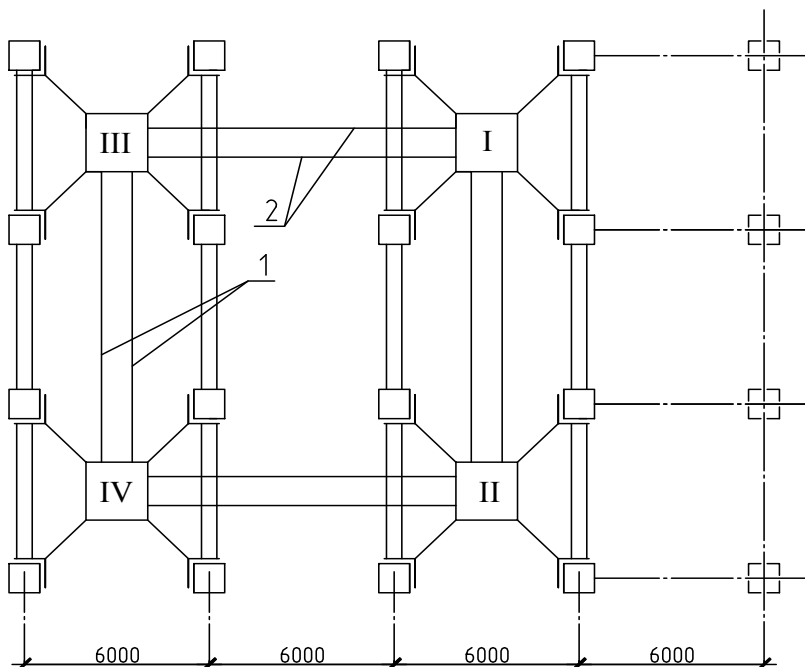


Рис. 7.15. Схема перестановки блоков РШИ в процессе работ:
 1 – распорки поперечные; 2 – распорки продольные;
 I...IV – нумерация блоков РШИ

После завершения работ по установке и закреплению колонн второго яруса в проектное положение начинается установка в проектное положение ригелей, а затем и плит междуэтажного перекрытия второго яруса.

Технология и последовательность выполнения монтажных работ по установке ригелей и плит междуэтажного перекрытия на втором и вышележащих ярусах те же, что и для первого яруса.

После завершения монтажных работ по возведению несущего каркаса многоэтажных каркасно-панельные здания (колонны, ригеля, плиты перекрытия) отдельным монтажным потоком ведется установка наружного стенового ограждения.

Установка навесных панелей наружных стен выполняется после возведения и окончательного проектного закрепления несущих конструкций каркаса на захватке.

Работы по их установке выполняются звеном монтажников: 5-го разряда (1 человек); 4-го разряда (1 человек); 3-го разряда (1 человек); 2-го разряда (1 человек); машинист крана 6-го разряда (1 человек).

До начала установки навесных панелей стен наносят установочные риски, определяющие проектное положение панелей в продольном и поперечном направлениях, а также по высоте. Риски для установки панелей стен в плане наносят на колонны и плиты перекрытия, привязывая к соответствующим продольным и поперечным разбивочным осям здания, а риски для установки панелей стен по высоте наносят на грани колонн, привязывая к монтажному горизонту.

При монтаже панелей стен двухрядной разрезки в пределах захватки сначала устанавливают все поясные панели, а затем простеночные. Панели рекомендуется устанавливать в такой последовательности: сначала выверяют торцы панели по высоте, затем в продольном и поперечном направлениях и, наконец, по вертикали.

Способы выверки навесных стеновых панелей при их установке в проектное положение приведены на рис. 7.16.

По высоте панель выверяют с помощью углового шаблона по рискам высотных отметок на колоннах, совмещая верхнюю грань или риску панели 1 с упорной гранью углового шаблона 4, приставленного к колонне 3. Риски для выверки панели в поперечном направлении и по высоте должны быть расположены вблизи ее торцов.

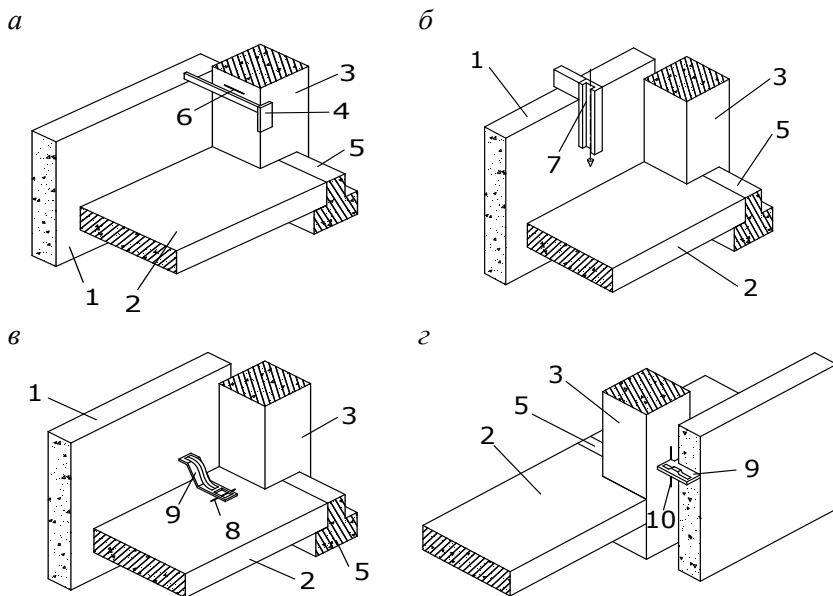


Рис. 7.16. Способы выверки навесных панелей наружных стен:
а – по высоте с помощью углового шаблона; *б* – по вертикали с помощью рейки-отвеса;
в – в поперечном направлении с помощью шаблона по установочной риске;
г – в продольном направлении с помощью шаблона;
 1 – навесная панель стены; 2 – связевая плита перекрытия; 3 – колонна;
 4, 9 – шаблоны; 5 – ригель; 6 – установочная риска высотной отметки на колонне;
 7 – рейка-отвес; 8 – установочная риска на плите; 10 – риска оси колонн

7.4. Возведение высотных зданий

Общие положения

Высотные здания имеют, как правило, небольшие в плане размеры. Конструктивная особенность таких зданий – в наличии центрального монолитного ядра жесткости, роль которого выполняет лестничная клетка с лифтовой шахтой.

В зависимости от последовательности выполнения отдельных работ высотные здания возводят следующими методами: раздельным, комплексным, раздельно-комплексным.

При раздельном методе все этапы работ выполняют последовательно: сначала бетонируют ядро жесткости, монтируют на всю вы-

соту каркас, стеновые панели, а затем выполняют отделочные работы. Раздельный метод позволяет концентрировать материальные и трудовые ресурсы на отдельных видах работ: бетонных, монтажных или общестроительных. Это обеспечивает сокращение продолжительности отдельных этапов, но их последовательное выполнение, без совмещения работ, может обернуться удлинением общего срока возведения здания.

Комплексный метод – это совмещение выполнения на разных уровнях всего комплекса монтажных, строительных и отделочных работ, что сокращает срок строительства вследствие параллельного производства работ по монтажу каркаса, бетонированию ядра жесткости, омоноличиванию конструкций колонн, бетонированию монолитных участков перекрытий, монтажу стеновых панелей, отделочных и других работ. Возведение монолитного ядра жесткости при комплексном методе происходит отдельным потоком в совмещении с монтажом каркаса и, как правило, с опережением от примыкающих к нему горизонтальных конструкций каркаса.

При раздельно-комплексном методе одни этапы работ могут выполняться раздельно, другие – в совмещении: бетонирование ядра жесткости до промежуточной отметки; монтаж конструкций каркаса, стеновых панелей, отделочные работы; завершение работ по бетонированию ядра жесткости; окончание монтажа конструкций каркаса и совмещаемых этапов работ.

Выбор метода возведения высотного здания зависит от размеров и конфигурации его в плане, эксплуатационных параметров и расположения монтажных кранов, условий безопасности и возможного совмещения работ, продолжительности возведения здания и стоимости работ, особенностей монтажной площадки.

Монтажные краны для производства работ. Высотные здания возводятся с помощью передвижных, приставных или самоподъемных башенных кранов. Наиболее удобны передвижные или приставные башенные краны. С помощью передвижных башенных кранов можно монтировать здания высотой до 100 м.

Современные приставные башенные краны, башня которых подрачивается (или наращивается) по ходу монтажа и крепится специальными распорками к каркасу здания или к ядру жесткости, применяют для возведения зданий высотой до 200 м (рис. 7.17, а). Отдельные модификации приставных кранов могут работать как передвиж-

ные – до определенной высоты подъема, что расширяет возможную зону их использования.

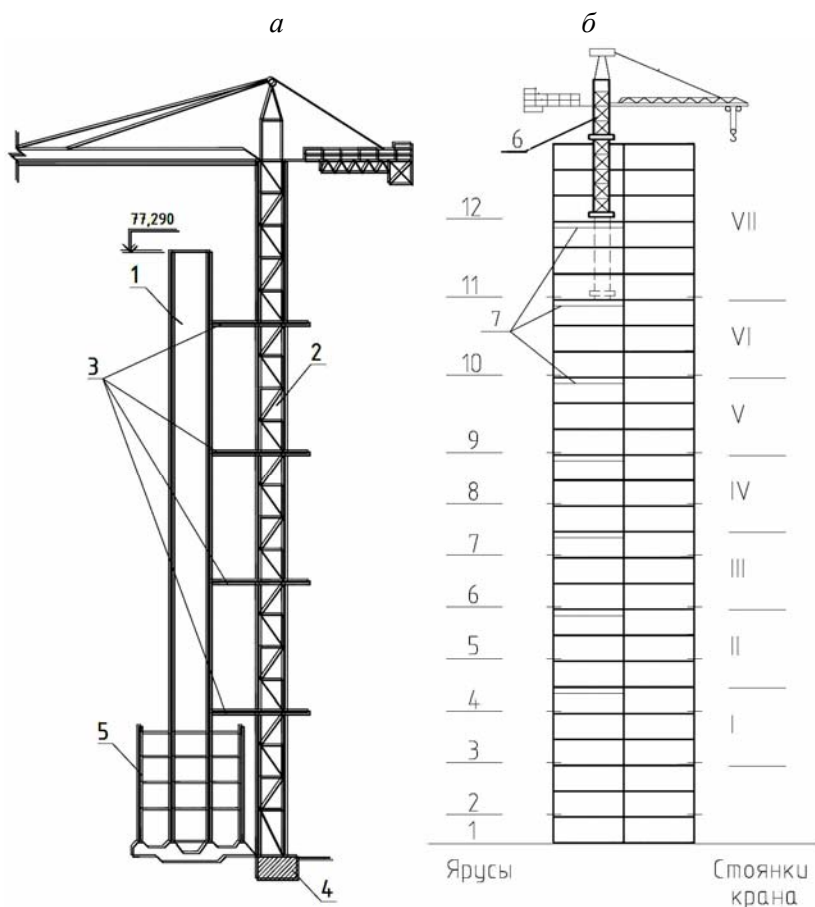


Рис. 7.17. Схема монтажа высотного здания:

- a* – приставным башенным краном; *б* – самоподъемным краном;
 1 – ядро жесткости (лестничная клетка, лифтовая шахта); 2 – приставной башенный кран; 3 – связи-распорки; 4 – бетонный фундамент приставного крана; 5 – монтируемый каркас здания; 6 – самоподъемный кран; 7 – опорные балки крана

Самоподъемные краны применяют при строительстве зданий любой высоты. В месте установки самоподъемного крана необходимо

устраивать стальную шахту на всю высоту здания либо передавать нагрузку от крана на несущие конструкции здания. Необходимо также, чтобы бетон монолитного перекрытия в уровне опоры самоподъемного крана к моменту его установки достиг не менее 70%-й проектной прочности на сжатие.

Преимущество самоподъемных кранов – в возможности монтажа зданий, располагаемых на стесненных площадках. Самоподъемные башенные краны, опирающиеся на каркас здания (рис. 7.17, б) или на специальную стальную шахту, закрепляемую по высоте к каркасу или ядру жесткости, перемещаются только по вертикали, поэтому их размещение в плане обусловлено конфигурацией здания и радиусом действия кранов.

Обычно применяют один или два самоподъемных крана, которые охватывают все здание рабочими зонами. Каждый кран с одной стоянки монтирует конструкции в пределах одного яруса (двух, трех или четырех этажей), после чего поднимается вверх на новую стоянку.

Возведение монолитного ствола ядра жесткости и монтаж конструкций каркаса проводятся с помощью приставных кранов, установленных внутри ствола жесткости. Высотные здания возводят также с помощью кранов, работающих вначале как приставные или свободно установленные на земле, а с увеличением высоты – опираемых на разных уровнях на две шпренгельные балки и закрепляемых по высоте к стенке монолитного ствола жесткости.

Технологическая последовательность выполнения работ при возведении высотных зданий. При возведении каркаса высотного здания необходимо строго соблюдать условия технологических и конструктивных взаимосвязей выполняемых работ: каждый последующий ярус возводимого каркаса может выполняться только после закрепления в проектном положении смонтированных конструкций нижнего яруса.

Монтаж стеновых панелей или совмещают с монтажом конструкций каркаса, или выполняют после окончания монтажа каркаса на всю высоту здания.

В зависимости от принятого метода монтаж панелей производят основным краном или крышевым краном, установленным на здании.

Установка и эксплуатация крышевых кранов, применяемых для монтажа стеновых панелей и других элементов ограждения, возможны лишь после полного окончания сборки каркаса, обетонирования

колонн и возведения ядра жесткости до уровня, от которого до опорных балок крышевого крана будет не более шести этажей. Опережение монтажа каркаса и установки крышевых кранов от уровней омоноличенных колонн и бетонного ядра жесткости определяют расчетами с учетом особенностей конструктивных решений.

С помощью крышевых кранов выполняют также бетонирование верхних ярусов ядра жесткости на высоту до шести этажей, подают на высотные приемные площадки бетон, раствор, мелкоштучные и сыпучие материалы, санитарно-техническое оборудование, столярные изделия и пр.

Отделочные работы при возведении высотных зданий могут совмещаться с монтажом конструкций каркаса и общестроительными работами; выполняться после окончания на всю высоту здания монтажных и общестроительных работ.

В случае совмещения отделочных работ с другими их начинают после окончания монтажа каркаса, омоноличивания конструкций и выполнения общестроительных работ на высоту 6–10 этажей. Работы выполняют на одной захватке первого яруса в то время, когда на второй захватке монтируют 6–10-й этажи. Затем монтажники и отделочники меняются захватками до тех пор, пока не будет закончен монтаж каркаса и выполнены общестроительные работы, что позволяет начать производство отделочных работ на обеих захватках. При таком совмещении процессов отделочные работы выполняют по направлению от нижних этажей вверх.

В законченных частях каркаса по высоте могут быть выделены зоны отделочных работ, над которыми по перекрытию устраивают гидроизоляцию и в нижележащих этажах производят окончательную отделку помещений. Отделочные работы в отдельных зонах, каждая из которых принимается высотой 8–10 этажей, ведут в направлении сверху вниз. После полного окончания работ по возведению каркаса здания отделочные работы начинают с верхних этажей. В этом случае увеличивается продолжительность возведения здания, но улучшаются условия работы отделочников.

Монтаж лифтов выполняют параллельно с возведением конструкций этажей и эксплуатируют их до сдачи всего объекта. В лифтах, используемых в процессе строительства, облицовка кабин выполняется после окончания отделочных работ.

7.5. Технология устройства монтажных соединений элементов сборных железобетонных конструкций

Общие положения

Трудоемкость соединения сборных железобетонных конструкций составляет 30–60 % от трудоемкости их монтажа. Качество соединения сборных элементов в значительной степени обуславливает надежность смонтированных конструкций и основные эксплуатационные показатели здания и сооружения.

В зависимости от числа соединяемых элементов и вида соединения различают стыки, швы, узлы.

Стыком называют место, где соединяются два конца, две крайние части конструкции (например, соединение сборных железобетонных колонн в многоэтажных зданиях).

Швом называют место соединения частей конструкций (например, горизонтальные и вертикальные соединения между смежными стеновыми панелями или между плитами перекрытий).

Узлом называют соединение нескольких элементов различного конструктивного назначения (например, колонны и фундамента, стропильной фермы и колонны и др.).

Однако в строительной терминологии все указанные соединения обычно именуют «стыками». Стыки бывают несущими и ненесущими.

Несущие стыки воспринимают нагрузку и должны обеспечивать необходимую прочность соединения. В свою очередь, несущие стыки в зависимости от передаваемого ими усилия разделяют на шарнирные и жесткие. Шарнирные стыки передают только продольные и поперечные силы. Жесткие стыки, кроме того, могут передавать и изгибающие моменты. К несущим стыкам относятся, например, стыки элементов каркаса здания. *Пример ненесущего стыка* – стык между перегородкой и стеной здания. Стыки различают также по виду соединяемых конструкций: например, стык наружных панелей, колонн, колонны и ригели, колонны и фермы.

В зависимости от способа выполнения различают сухие, замоналочные и смешанные соединения.

Сухие соединения выполняют на болтах, заклепках или электросваркой (или сочетанием этих способов). С их помощью в основном соединяют металлические конструкции, реже – железобетонные).

Примером такого соединения служит стык колонны с подкрановой балкой. Жесткость соединения здесь обеспечивается электросваркой закладных деталей колонны и балки. Аналогично соединяют стропильные фермы и балки с колоннами.

Замоноличенные соединения выполняют между деталями раствором или бетоном. Так соединяют большинство железобетонных конструкций. К таким соединениям относят, например, стык колонны с фундаментом стаканного типа, стык между блоками стен подвала и др. Замоноличенные соединения сложнее, чем сухие; для их выполнения часто приходится устанавливать опалубку. Бетонную смесь или раствор необходимо выдерживать в течение определенного времени, пока они не наберут требуемую прочность. Зимой при замоноличивании стыков принимают дополнительные меры для обеспечения прочности соединения.

Смешанные соединения железобетонных конструкций наиболее сложны и трудоемки. Детали сначала сваривают или соединяют на болтах, а потом стык замоноличивают раствором или бетоном. Чтобы предупредить коррозию закладных деталей, на них после сварки наносят антикоррозионное покрытие. К таким соединениям относятся стыки колонн и жесткие рамные узлы в многоэтажных зданиях. Более удобны для выполнения смешанные соединения, в которых стыки после сварки или крепления на болтах полностью воспринимают монтажные нагрузки до замоноличивания. При стыках такой конструкции монтаж можно не прерывать в ожидании набора прочности бетоном (раствором) замоноличивания.

Ко всем соединениям предъявляются требования по прочности, жесткости, коррозионной стойкости. Соединения определенных видов должны отвечать дополнительным требованиям; например, стыки панелей наружных стен должны быть герметичными и нетеплопроводными; стыки панелей внутри помещений должны иметь требуемые характеристики по звукоизоляции.

Основными операциями при устройстве стыков сборных железобетонных конструкций являются: сварка арматуры и закладных деталей, их антикоррозионная защита, замоноличивание стыков раствором или бетонной смесью, герметизация и утепление стыков (распространяется на стыки наружных стеновых панелей и блоков).

Сварочные работы при монтаже конструкций. Сварка монтажных соединений при возведении зданий и сооружений из сборных

железобетонных конструкций выполняется для соединения закладных деталей и выпусков арматуры.

Самым распространенным способом сварки металлов в строительстве является дуговая сварка. Она основана на возникновении электрической дуги между электродом и свариваемыми деталями. Температура дуги превышает 5000 °С, и благодаря этому на поверхности электрода образуется слой расплавленного металла, который в виде капель переходит с электрода на свариваемое изделие, где смешивается с расплавленным металлом шва. Расплавленный металл всегда переносится от электрода к изделию независимо от направления тока.

До начала сварочных работ элементы, подлежащие соединению сваркой, необходимо очистить от снега, льда и осушить от влаги путем нагревания пламенем газовых горелок или паяльных ламп до температуры 100–150 °С. Выпуски стержней и других элементов, подлежащих соединению сваркой, должны быть сосны, без искривлений, на расстоянии менее пяти диаметров от торца. При этом не допускаются дефекты арматуры, стальных элементов, соединяемых сваркой встык торцами или кромками, трещины, расслоения, срезы торцов или кромок с отклонениями от прямого угла более 10°, сплюсненные места при механической рубке на глубину более 0,1 толщины элемента от диаметра стержня.

Правку и отрезку концов стержней следует выполнять с помощью пропан-бутанокислородных или ацетиленокислородных резаков. Правку с помощью местного нагрева незащищенных бетоном стержней при резком ветре, дожде и снеге выполнять не разрешается. При нагреве стержней, расположенных в непосредственной близости от бетона, его поверхность необходимо защитить от образования трещин с помощью асбестовых листов.

Непосредственное соединение выпусков арматурных стержней производят двумя способами: с помощью накладок или сваркой встык. В первом случае накладки соединяют с арматурными стержнями ручной электродуговой сваркой; во втором – выпуски арматурных стержней сваркой: ручной ванной и ванно-шовной, многослойной на подкладках, а также ванной в инвентарных формах полуавтоматической голой проволокой под флюсом, порошковой (с флюсовым сердечником) проволокой или покрытыми электродами.

Соединение арматурных стержней встык без применения накладок значительно экономичнее: исключается расход металла на изготовление накладок; снижаются трудовые затраты при сварке; стык получается компактнее, тем более что не всегда удается разместить в сечении железобетонного элемента, кроме арматурных стержней, еще и накладки. Дополнительные мероприятия по обеспечению большей точности изготовления арматурных выпусков, требующейся при сварке встык, в несколько раз окупаются экономией трудовых затрат и материалов при производстве работ на монтаже.

Контроль качества сварных монтажных соединений

Сварку монтажных соединений сборных железобетонных конструкций относят к разряду ответственных работ. Их качество должно быть очень высоким. Поэтому сварочные работы поручают только лицам, имеющим специальную подготовку в данной области. Сварщики проходят специальные испытания, получают удостоверения, устанавливающие их квалификацию и виды сварочных работ, которые им могут быть поручены. *На каждом выполненном соединении сварщик ставит личное, присвоенное ему клеймо.*

Выполненную каждым сварщиком работу, ее технологическую характеристику и возможные замечания ежедневно записывают в журнале сварочных работ; здесь же сварщик расписывается в сдаче, а приемщик – в приемке работ. Не реже одного раза в 10 дней записи в журнале проверяет производитель работ и делает соответствующую отметку об этом.

После окончания сварки качество швов в стыке определяют по внешнему виду. Протяженные швы должны быть без непроваров, шлаковых включений, пор, трещин и незаваренных кратеров; иметь гладкую чешуйчатую поверхность без наплывов, плавный переход к основному металлу. Дефектные и сомнительные по внешнему виду места сварки дополнительно засверливают с последующим травлением, что позволяет проверить провар корня шва. Выявленные дефекты швов исправляют.

При монтаже сборных железобетонных конструкций выполнение сварных соединений в монтажных стыках и узлах относят к скрытым работам, так как последующее омоноличивание делает их контроль качества невозможным. Поэтому после окончания работ по

сварке соединений должны быть составлены акты по установленной форме. При этом проверяют: соответствие основных и сварочных материалов; результаты испытания образцов на прочность и просвечивания сварных швов ультразвуковой дефектоскопией; другие требования технических условий и проекта.

Обнаруженные дефекты должны быть устранены следующими способами:

обнаруженные перерывы швов и кратеры заваривают;

швы с другими дефектами, превышающими допусковые, удаляют на длину дефектного участка плюс 15 мм с каждой стороны и заваривают вновь;

подрезы основного металла, превышающие допусковые, зачищают и заваривают с последующей зачисткой, обеспечивающей плавный переход от наплавленного металла к основному.

Швы или их части с исправленными дефектами должны быть вновь проконтролированы в полном объеме, предусмотренном проектной документацией.

Антикоррозионная защита стальных закладных деталей сборных железобетонных конструкций выполняется нанесением цементно-полимерных обмазок и металлизационных защитных покрытий.

Цементно-полимерные обмазки изготавливают на основе цемента и синтетического вяжущего. Они должны иметь консистенцию, позволяющую наносить их за 1 раз слоем толщиной не менее 0,5 мм. Используют их для внутренних поверхностей конструкций зданий в сухих помещениях без агрессивной среды.

Для конструктивных элементов, имеющих контакт с агрессивной средой или высокой влажностью, применяют металлизационных защитные покрытия из цинка или алюминия.

Металлизационных защитные покрытия имеют существенные преимущества по сравнению с мастичными, шпатлевочными и наливными защитными покрытиями, так как они препятствуют доступу агрессивной среды к поверхности металла, а цинковые покрытия защищают сталь электрохимически.

Электрохимическая защита заключается в нанесении цинкового покрытия на сталь. Такое покрытие в случае повреждения или наличия в нем пор становится анодом, а оголенная сталь – катодом. *Возникающей при этом электрохимический процесс приводит к постепенному*

растворению анода (цинкового покрытия) и заполнению пор продуктами коррозии цинка, а сталь при этом не разрушается.

Противокоррозионную защиту стальных закладных деталей проводят, как правило, на заводе при производстве сборных железобетонных конструкций. В условиях строительной площадки защищают только места, поврежденные сваркой, и сами швы.

На строительной площадке металлизационные защитные покрытия наносят вручную газопламенным или электродуговым способом.

Рекомендуется следующая технология производства работ.

Вначале поверхности, на которые будет нанесено металлизационное покрытие, очищают от грязи, обеспылевают.

Интервал времени между окончанием подготовки поверхности и началом нанесения металлизационного покрытия должен быть не более:

6 часов – для закрытых помещений при относительной влажности воздуха до 70 %;

3 часа – на открытом воздухе в условиях, исключая образование конденсата на металлической поверхности;

0,5 часа – при влажности воздуха выше 90 % под навесом в условиях, исключая попадание влаги на защищаемую поверхность.

При выполнении металлизационного покрытия необходимо соблюдение следующих технологических параметров:

расстояние от сопла металлизационного аппарата (точки плавления проволоки) до защищаемой поверхности должно быть в пределах от 80 до 150 мм;

оптимальный угол нанесения металловоздушной струи составляет 65–80 °С;

оптимальная толщина одного слоя должна быть от 50 до 60 мкм;

температура защищаемой поверхности при нагреве не должна превышать 150 °С.

Проволока, используемая для создания металлизационного покрытия, должна быть гладкой, чистой, без перегибов; не должна содержать вспученных оксидов.

Толщина металлизационных покрытий должна соответствовать требованиям проектной документации. Допустимые отклонения толщины должны быть не более $\pm 15\%$.

Сплошность, сцепление с защитной поверхностью должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.304.

Технология замоноличивания и герметизации узлов, стыков и швов

Замоноличивание стыков выполняют после приемки сварочных работ и устройства антикоррозионных покрытий. В одноэтажных промышленных зданиях стыки замоноличивают между колоннами и фундаментами, плитами перекрытий, плитами покрытий и стеновыми панелями.

В многоэтажных каркасных зданиях основными узлами, подлежащими замоноличиванию, являются стыки колонн и ригелей на уровне перекрытий и колонн – выше уровня перекрытий. Для зданий с безбалочными перекрытиями – стык колонн с надколонными плитами, а также отдельные участки перекрытий. Для крупнопанельных зданий – стыки между наружными и внутренними стеновыми панелями.

Стыки колонн с фундаментами стаканного типа замоноличивают вслед за установкой, выверкой и временным креплением колонн на захватке. Для замоноличивания применяют бетонную смесь с заполнителем, крупность частиц которого должна быть в пределах 5–20 мм. Бетонную смесь уплотняют глубинным вибратором с наконечником диаметром до 38 мм. Если таких вибраторов нет, то следует использовать обычные глубинные вибраторы с надетыми на них ножевыми наконечниками или металлическими полосами (рис. 7.18).

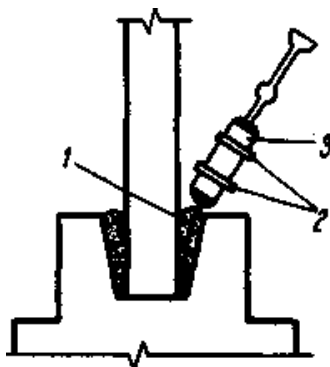


Рис. 7.18. Схема замоноличивания стыка колонны с фундаментом стаканного типа:

1 – металлическая полоса; 2 – хомуты; 3 – вибробулава

Стыки колонны с колонной замоноличивают одним из следующих способов, обеспечивающих плотное заполнение всей плотности.

Замоноличивание стыков бетонной смесью с подпором производят в инвентарной опалубке, состоящей из двух Г-образных частей, соединяемых болтами.

С каждой стороны опалубки устроены карманы, через которые в полость подают и уплотняют бетонную смесь. Верхний обрез карманов выше верхней границы стыка, чем обеспечивается плотный контакт укладываемой бетонной смеси со стыкуемой гранью верхней колонны. После укладки бетонной смеси наросты бетона в карманах срезают, забивая стальные пластины заподлицо с гранями конструкции.

Способ замоноличивания прессованием основан на запрессовывании бетонной смеси в полость стыка с помощью специальной пресс-опалубки. Она состоит (рис. 7.19) из двух скрепленных частей. На подготовленный стык устанавливают обе части опалубки и закрепляют болтами. Затем отводят до отказа пуансоны опалубки от стыка, камеры заполняют бетонной смесью и закрывают крышками. Вращая рукоятку, вдавливают смесь встык. Доведя пуансоны до упора и открыв крышку камеры, приставляют поочередно к каждому пуансону вибробулаву, одновременно продолжая допрессовывать пуансоном бетонную смесь до появления ее в зазорах между колонной и опалубкой. После этого раскрывают и снимают пресс-опалубку и кельмой зачищают поверхности замоноличенного стыка от наплывшего бетона. Способ трудоемок, но обеспечивает качественное заполнение полости стыка.

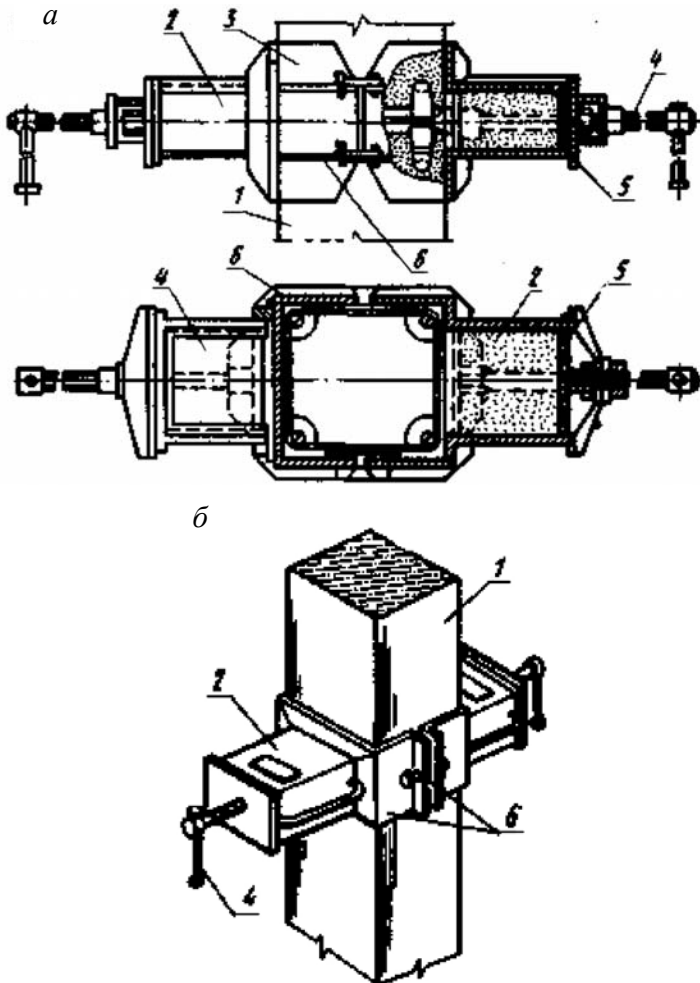


Рис. 7.19. Конструктивная схема замоноличивания стыка колонн способом прессования:
 а – общий вид пресс-опалубки; б – замоноличивание стыка колонн;
 1 – колонна; 2 – камера нагнетания; 3 – палуба; 4 – винтовой шток;
 5 – поршень; 6 – замки

Способ инжецирования заключается в заполнении полости стыка раствором под давлением в специальную опалубку с помощью нагнетателей (пневматических и механических) (рис. 7.20).

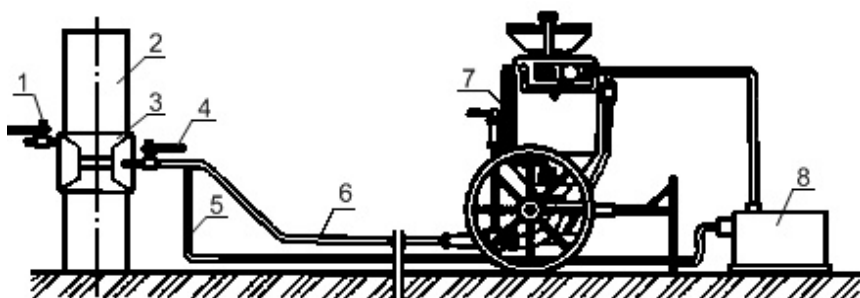


Рис. 7.20. Замоноличивание стыка колонн инъецированием:
 1 – контрольный кран; 2 – колонна; 3 – опалубка; 4 – наконечник с краном;
 5 – воздуховод; 6 – трубопровод; 7 – нагнетатель; 8 – компрессор

Специальная опалубка состоит из двух Г-образных половин, которые соединяют и затягивают болтами или клиньями. Опалубку устанавливают с герметизирующими прокладками из эластичной резины. Полость стыка заполняют подвижным раствором марки М300 при избыточном давлении до 30 Па. Инъекционные головки подсоединяют к штуцерам задвижек в опалубке и открывают контрольные краны. Чтобы избежать воздушных пробок, раствор подают в полости опалубки с небольшой скоростью. Когда из отверстий контрольных кранов появляется раствор, их закрывают и продолжают подачу раствора для создания дополнительного давления. Затем задвижки закрывают, а инъекционную головку отсоединяют.

Стыки ригелей с колоннами замоноличивают с применением инвентарной опалубки. Укладку бетонной смеси производят безнапорно с уплотнением вибратором с гибким валом.

Наружные стыки крупнопанельных зданий выполняют по двум конструктивным схемам: в виде закрытого и открытого стыков.

Вертикальный закрытый стык между наружными стеновыми панелями (рис. 7.21, а) герметизируют путем установки герметизирующих прокладок из гернита, пароизола или резинового пористого шнура сечением до 60 мм, которые наклеивают с помощью нетвердеющих мастик на основе полиизобугилена, изопрена, бутилового каучука или вулканизирующихся (тиоколовая, бутил-каучуковая, силиконовая) мастик на основе каучука и вулканизатора.

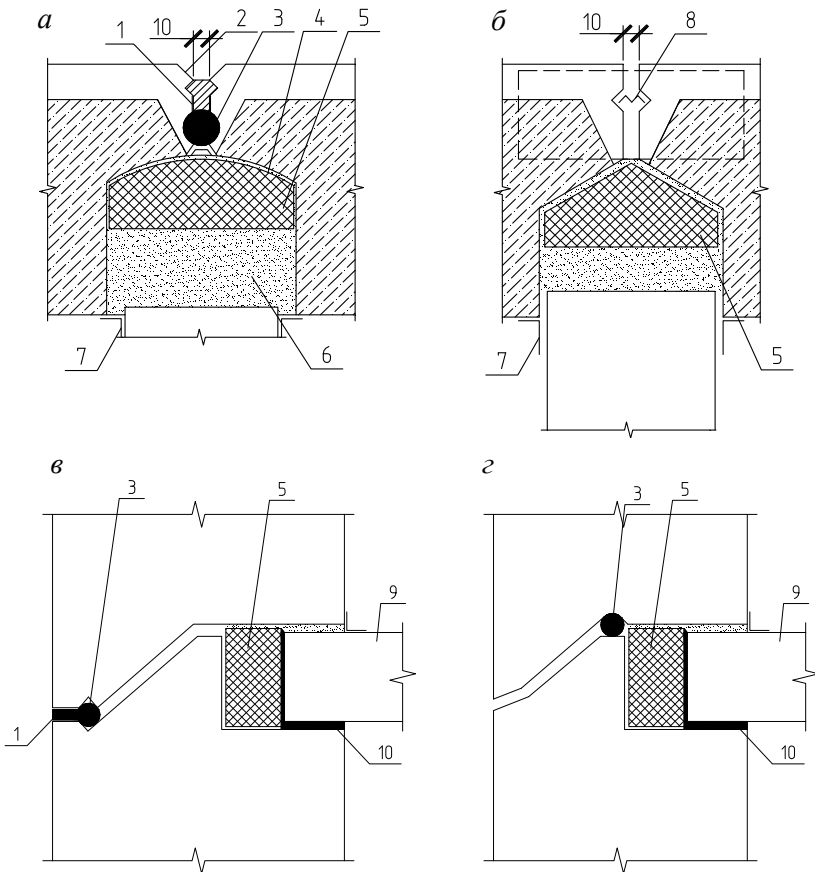


Рис. 7.21. Схемы стыков:

a, в – вертикальный и горизонтальный закрытый; *б, г* – открытый;
 1 – герметизация из нетвердеющих мастик; 2 – защитный слой; 3 – герметизирующая прокладка; 4 – герметизирующая защитная лента; 5 – теплоизоляционный вкладыш;
 б – монолитный участок стыка; 7 – инвентарная опалубка; 8 – герметизирующая лента;
 9 – панель перекрытия; 10 – цементный раствор

Затем на внутреннюю поверхность вертикального стыка наклеивают герметизирующую защитную ленту «герволент», после чего устанавливают на мастике теплоизоляционный вкладыш. Вкладыш изготавливают из пенополистирола, полужесткого стекловолокна или минеральной ваты и изолируют оберточной синтетической пленкой или пергамином.

После установки внутренней стеновой панели пространство между панелями заполняют раствором или легкобетонной смесью. Для предотвращения вытекания смеси между внутренними гранями стыка устанавливают инвентарную опалубку – нащельник.

Вертикальный стык открытого типа (рис. 7.21, б) предусматривает использование вместо герметизирующей прокладки герметизирующей ленты из алюминиевого сплава, а также слива из алюминиевого листа в местах пересечения вертикальных и горизонтальных стыков. Для обеспечения непродуваемости стыка на его поверхность наклеивают воздухозащитную ленту «гернит». Затем устанавливают теплоизоляционный вкладыш. Оставшееся пространство стыка между торцом внутренней стеновой панели заполняется цементным раствором или легкобетонной смесью.

В горизонтальный стык до монтажа наружной стеновой панели (рис. 7.21, в, г) укладывают насухо теплоизоляционный вкладыш, а в горизонтальный шов – герметизирующую прокладку.

Для открытого стыка дополнительно устанавливают слив из алюминиевого листа. Затем производят монтаж наружной стеновой панели на постель из цементного раствора.

Герметизация достигается за счет обжатия и уплотнения герметизирующих прокладок под действием собственной массы панелей стен для горизонтального стыка и в процессе монтажа при стыковке панелей для вертикального стыка.

Наружный шов закрытого типа герметизируют с помощью нетвердеющих мастик, которые наносят специальными шприцами под давлением от компрессора. Образующаяся при этом эластичная пленка препятствует прониканию встык воздуха и влаги, воспринимаемые относительные деформации шва.

Замоноличивание стыков пространственных конструкций требует тщательного соблюдения технологической последовательности работ, так как при длительном выдерживании незамоноличенной конструкции возникают необратимые деформации, которые могут привести к резкому снижению несущей способности. В отдельных случаях устройство монолитных стыков выполняют одновременно с монтажом.

При поярусном монтаже купольных конструкций, при сборке полых оболочек двойной кривизны и других случаях замоноличивание швов необходимо вести без перерыва параллельно монтажу конструкций. Длительность замоноличивания пространственных конст-

рукций должна быть минимальной. Поэтому технологией ведения работ предусматривается использование быстротвердеющих (глиноземистых) цементов, а также тепловая обработка бетона стыков.

Замоноличенные стыки в период твердения бетонной смеси предохраняют от динамических нагрузок. Для обеспечения необходимой прочности стыка создают благоприятные условия твердения бетонной смеси (стыки увлажняют, предохраняют от прямого попадания солнечных лучей, прогревают и т. п.). Передача монтажных нагрузок на стыки допускается после достижения бетоном или раствором прочности не менее 75 % от проектной. Распалубку стыков производят по достижении бетоном или раствором не менее 50%-й проектной прочности.

Окончательную герметизацию горизонтальных и вертикальных стыков стенового ограждения производят с подвесных подмостей (люлек) путем нанесения защитного слоя из мастик.

В качестве мастик применяют *нетвердеющие* – вязкую однородную массу на основе полиизобутиленового, изопренового и бутилового каучуков, наполнителей и пластификаторов; *вулканизирующиеся* – эластичную резиноподобную массу с высокой адгезией к бетону и другим материалам на основе каучука, пластификатора, растворителя, наполнителя и вулканизатора (тиоколовая, бутилкаучуковая, силиконовая «Эластил» и др.).

Мастику встык вводят пневматическими шприцами – ручными или электрогерметизаторами. Работа пневматических шприцов основана на выдавливании мастики сжатым воздухом через мундштук из заполненного цилиндра. В электрогерметизаторе рабочее давление создается вращающимся шнеком. Брикет мастики, заключенный в полиэтиленовую пленку, подается в загрузочное отверстие, и шнек, постепенно забирая мастику, нагнетает ее через насадку в стык. Разорванная шнеком на кусочки пленка остается в слое уложенной встык мастики. Для улучшения адгезии мастики с бетонной поверхностью в холодное время включают электронагреватель.

Мастику в стыки наносят непрерывно слоем толщиной 10–15 мм. Затем выполняется расшивка шва с помощью деревянной или металлической расшивки.

Контроль качества заделки стыков. Качество заделки стыков контролируется на всех этапах, начиная с приготовления бетонной (растворной) смеси и кончая выдерживанием после ее укладки.

Контроль качества заделки стыков заключается в проверке:

подготовки стыков и швов (очистка стыкуемых поверхностей, установка опалубки, предварительный обогрев);

качества бетонной (растворной) смеси при ее приготовлении и укладке (подвижность, соответствие количества противоморозной добавки температурному режиму, соответствующему периоду возведения объекта);

температуры наружного воздуха и бетонной (растворной) смеси заделки во время приготовления, укладки и тепловой обработки или выдерживания;

прочности бетона и других его свойств, требуемых по проекту.

Для измерения температуры в бетоне для заделки стыков устраивают контрольные скважины для установки термометров. Количество контрольных скважин и их расположение устанавливает строительная лаборатория. Температуру измеряют техническими термометрами, термометрами сопротивления или термопарами. Записывают температуру в температурных листах. Температуру обогреваемого бетона и раствора измеряют:

при электропрогреве или электрообогреве – в течение первых трех часов каждый час, затем 3 раза в смену;

паропрогреве – в течение первых восьми часов каждые два часа, в течение следующих шестнадцати часов каждые четыре часа, а затем не реже 1 раза в смену.

Температуру бетонной смеси или раствора, выдерживаемого без обогрева, измеряют 2 раза в сутки, а температуру наружного воздуха – 3 раза в сутки.

Прочность бетона в стыках на сжатие контролируют испытанием образцов-кубиков размером $10 \times 10 \times 10$ см, а раствора – размером $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см. На месте замоноличивания соединений изготавливают серию кубиков (3 образца) на группу стыков, бетонированных в данную смену. Образцы хранят в лабораторных условиях и испытывают через 28 суток после изготовления.

При замоноличивании в зимних условиях, для контроля нарастания прочности бетона замоноличивания стыков из того же замеса, что и бетон заделки, изготавливают девять контрольных образцов (кубиков), из которых:

три (контрольные) хранят в лабораторных условиях;
шесть образцов подвергают обогреву (или прогреву).

Три из них испытывают после окончания прогрева (обогрева), когда температура бетона в стыке достигает 5 °С. Три оставшихся образца служат для проверки прочности бетона в случаях необходимости продолжения обогрева бетона из-за недостаточной его прочности на первой его стадии.

Для проверки промежуточных значений нарастания прочности (для установления сроков распалубливания, передачи монтажных нагрузок) изготавливают и испытывают дополнительные образцы.

Если результаты испытаний контрольных образцов показывают, что прочность бетона или раствора замоноличивания не соответствует проектным требованиям, вопрос о пригодности соединений и способах их исправления решает проектная организация. После снятия опалубки при обнаружении отдельных дефектов – раковины, оголение арматуры и т. п. – их расчищают и исправляют раствором состава 1 : 2 (по объему).

При выполнении работ по заделке стыков ведется журнал бетонирования стыков. В зимний период данные о методах и сроках выдерживания бетона и образцов, температуре и другие сведения о тепловом режиме заносятся в ведомость контроля температур.

Глава 8

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Общие положения

Разработаны и апробированы современные эффективные технологии возведения промышленных, зрелищных, спортивных зданий с несущим каркасом из различных металлических конструкций заводского изготовления (колонны, фермы, арки, структуры, покрытие из профнастила и др.) и легких ограждающих конструкций (панелей типа «сэндвич»).

На протяжении десятилетий конструкции промышленных сооружений (воздухонагреватели, газгольдеры, резервуары, бункера, силосы и др.) массово выполняют из листовой стали.

В России, Канаде, США и ряде других стран при возведении жилых домов, ангаров, производственных помещений, торговых центров в большом объеме применяют легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Благодаря тому, что монтаж металлических каркасов по технологии ЛСТК выполняется из предварительно собранных линейных деталей, сроки сборки и установки конструкций существенно ниже, чем из сборных ж/б конструкций заводского изготовления.

Применение в креплениях узлов ЛСТК самонарезающих винтов и болтов существенно упрощает технологию производства работ, а также позволяет исключить технологические перерывы на набор бетоном проектной прочности в стыках.

Монтаж стальных конструкций рекомендуется выполнять с учетом требований, изложенных в ТКП 45-5.04-41-2006.

8.1. Одноэтажные производственные здания

Основным конструктивным решением зданий является несущий каркас включающий: стальные колонны, подкрановые балки, стальные фермы и стальной профилированный настил.

Стеновое ограждение выполняется из трехслойных панелей типа «сэндвич», которые крепятся к ригелям фахверка. Монтаж стено-

вого ограждения выполняется отдельным технологическим потоком, после завершения работ по монтажу несущего каркаса.

Разработанная технология монтажа стальных колонн безвывечным методом, без применения бетонной смеси в стыках колонн с фундаментами, позволяет использовать *комплексный метод монтажа* (то есть по ячейкам) при возведении несущего каркаса зданий конструктивными элементами.

Комплексный метод монтажа предусматривает установку и окончательное закрепление всех конструктивных элементов одной ячейки здания, образующих жесткую устойчивую систему – «ядро жесткости». Этот метод монтажа за счет концентрации материальных и трудовых ресурсов способствует более быстрой подготовке фронта работ для последующих строительных процессов и монтажа технологического оборудования. Благодаря этому методу сокращаются общие сроки ввода объекта в эксплуатацию.

Монтаж зданий конструктивными элементами

Возведение одноэтажных производственных зданий с кранами комплексным методом монтажа из конструктивных элементов заводского изготовления рекомендуется выполнять в следующей технологической последовательности.

Вначале устанавливают четыре колонны, затем две подкрановые балки, после этого – две несущие конструкции покрытия (фермы, балки) и стальной профилированный настил.

Рассмотрим технологию монтажа, каждого конструктивного элемента.

Монтаж стальных колонн включает такие основные технологические процессы, как *подготовка фундаментов и непосредственно сам монтаж конструкций*.

Подготовка фундаментов под колонны

До начала монтажа колонн должны быть полностью завершены работы нулевого цикла: возведены фундаменты, засыпаны пазухи фундаментов. До монтажа колонн фундаменты принимают по акту. На их поверхности обязательно должны быть нанесены разбивочные оси колонн. Оси наносят керном или масляной краской.

Для нанесения осей на верхней поверхности фундаментов вне контура опорной плиты колонны, до бетонирования фундамента, закладывают металлические планки в двух направлениях.

Стальные колонны монтируют на сборных или монолитных фундаментах, в которых заранее устанавливают анкерные болты для крепления колонн. В зависимости от принятого в проекте способа опирания колонн на фундаменты их возводят на полную высоту или ниже проектной отметки на 50–100 мм для последующей подливки.

Перед установкой колонн должна быть проверена и смазана резьба анкерных болтов. Проверку осуществляют наворачиванием гаек. Для предохранения резьбы от повреждения (во время наводки базы колонны на анкерные болты) на нее надевают предохранительные колпачки из газовых труб с конусным верхом. Точность установки колонн обуславливает правильность монтажа всех конструкций и прочность сооружения и зависит в значительной мере от принятых способов опирания колонны на фундамент.

Опирание легких колонн, поступающих на строительную площадку с *опорными плитами*, решается следующими способами.

1. *Опирание колонн на выверенные гайки анкерных болтов.* Анкерные болты устанавливаются точно по шаблону. Длина их резьбы должна обеспечивать такую установку гайки, чтобы ее верхняя поверхность имела отметку низа опорной плиты колонны (рис. 8.1, а). Гайки накручивают на болты с требуемой точностью установки верхней поверхности. Монтируемую колонну устанавливают, опирая опорную плиту на накрученные гайки и совмещая риски на колонне с разбивочными осями. Положение колонны по вертикали обеспечивается точностью установки гаек и при необходимости может быть выправлено их подкручиванием. После установки положение колонны фиксируется постановкой шайб и закреплением плиты вторыми гайками, которые зажимают опорные плиты и обеспечивают устойчивость колонны. Выверенные колонны подливают мелкозернистой бетонной смесью.

Поверхность колонн при их установке на фундаменты, доведенные до проектной отметки, должна точно соответствовать проектной. Отклонение верха фундамента по высоте не должно быть больше ± 5 мм. Колонны должны иметь фрезерованные подошвы.

2. *Опирание колонн на заранее установленные и выверенные стальные опорные детали, заделанные в бетоне фундамента.* Такими дета-

лями могут быть заготовки из рельса, двутавра, уголков, которые устанавливают и закрепляют к арматуре фундамента до его бетонирования. Стальные опорные детали устанавливают с точностью: отклонение их верха по высоте не более ± 5 мм (рис. 8.1, б).

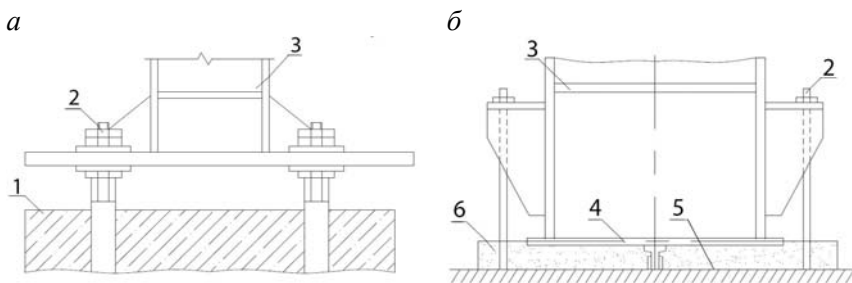


Рис. 8.1. Схемы опирания легких колонн:

- а* – на выверенные гайки анкерных болтов; *б* – на закладную балку;
 1 – верх фундамента под колонну; 2 – анкерный болт; 3 – монтируемая колонна;
 4 – закладная балка; 5 – верх фундамента под колонну; 6 – подливка опорной
 плиты цементным раствором

Выверенную колонну закрепляют анкерными болтами, после чего зазор между подошвой колонны и фундаментом заполняют мелкозернистой бетонной смесью или цементным раствором.

Опираие опорных плит тяжелых колонн на фундаменты выполняется следующим образом.

Фундамент бетонируют до уровня на 70–100 мм ниже проектной отметки подошвы плиты. Затем устанавливают опорные плиты, совмещая их осевые риски с рисками разбивочных осей на деталях, заделанных в фундамент. Положение каждой плиты по высоте регулируется тремя установочными винтами с таким расчетом, чтобы верхняя плоскость плиты расположилась на проектной отметке опорной плоскости башмака колонны с точностью ± 1 мм (рис. 8.2). Опорные поверхности плит и колонн должны быть фрезерованы. Отклонения между фрезерованными торцами колонн принимают не более ± 2 мм.

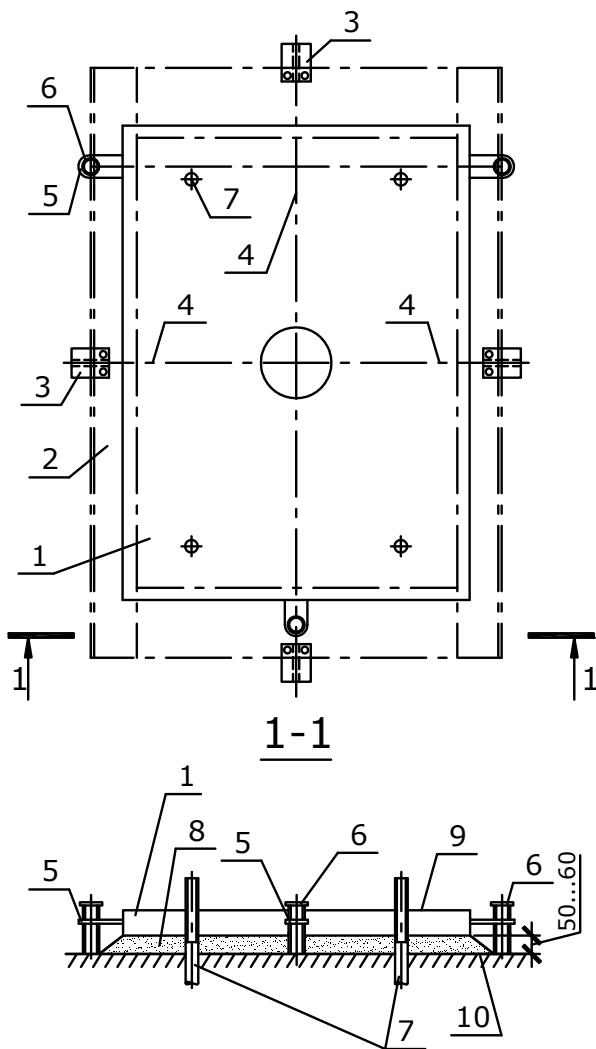


Рис. 8.2. Установка опорной плиты с помощью выверочных винтов:
 1 – опорная плита; 2 – кондуктор с отверстиями для анкерных болтов;
 3 – закладные детали; 4 – риски разбивочных осей; 5 – планки с нарезными отверстиями; 6 – выверочные винты; 7 – анкерные болты; 8 – подливка плиты мелкозернистой бетонной смесью; 9 – низ башмака колонны; 10 – верх фундамента под колонну

Перед установкой плит производят тщательную проверку положения фундаментов и анкерных болтов. Поступающие на объект опорные плиты устанавливают автокраном на фундаменты и фиксируют тремя выверочными винтами, закрученными в планки с нарезными отверстиями, предварительно приваренными к боковым сторонам плит (см. рис. 8.2).

Затем по нивелиру предварительно устанавливают опорную плиту на отметку, близкую проектной. Окончательную выверку опорных плит колонн производят оптическим плоскомером следующим образом. Точным уровнем выверяют горизонтальность исходной опорной плиты, выведенной на проектную отметку с помощью выверочных винтов по нивелиру. На исходной плите располагают визирную трубу, а на выверяемую плиту устанавливают светящуюся точечную марку. На отсчетных барабанах визирной трубы и марки задают одинаковые отсчеты и визируют на марку. Плиту, на которой установлена марка, с помощью выверочных винтов опускают или поднимают до тех пор, пока изображение светящейся точечной диафрагмы марки не совпадет с плоскостью визирования трубы. Чтобы обеспечить точность выверки опорных плит в горизонтальной плоскости, марку устанавливают на каждую плиту не менее чем в трех точках.

Возможно производить выверку опорных плит с помощью оптического плоскомера с точностью до $\pm 0,5$ мм, то есть выше требуемой (± 1 мм). Выверенные плиты закрепляют к анкерным болтам колонны и сдают под подливку мелкозернистой бетонной смесью. После набора подливкой требуемой прочности на опорные плиты наносят осевые риски.

В процессе монтажа колонн осевые риски, нанесенные на колонны заводом, совмещаются с рисками на опорных плитах; колонна закрепляется анкерными болтами и принимает проектное положение без дополнительной выверки.

При соблюдении проектных допусков на установку опорных плит и изготовление колонны смонтированные затем подкрановые балки не требуют дополнительной выверки ни в плане, ни по высоте.

Способ опирания колонн на заранее установленные, выверенные и подлитые опорные плиты, называется безвыверочным методом монтажа конструкций. Безвыверочный метод монтажа колонн позволяет увеличить производительность труда на монтаже конструк-

ций в среднем на 10–12 %. Трудоемкость монтажа колонн при этом может быть снижена почти на 30 %.

Перед монтажом колонны раскладывают вдоль ряда их установки на деревянные подкладки параллельно оси ряда или под углом. До подъема колонны должны быть обустроены средствами подмачивания: лестницами и монтажными площадками, монтажными стяжными приспособлениями.

Технологический процесс монтажа колонн – это перемещение конструкции с помощью крана из горизонтального положения в вертикальное с установкой ее на фундамент.

Все это требует выполнения монтажным краном нескольких и (в отдельных случаях) совмещенных операций.

Подъем и установка колонн в проектное положение выполняется двумя способами.

1. **При раскладке колонн параллельно оси ряда** самоходный кран, перемещаясь вдоль ряда колонн в направлении башмака колонны, поднимает колонну грузовым полиспастом, поворачивая ее вокруг опоры до вертикального положения (рис. 8.3, а). Башмак колонны при этом не должен скользить. При подъеме не следует допускать отклонения грузового полиспаста от вертикали более чем на $1,5^\circ$. Подъем колонн при такой раскладке может быть выполнен краном без его перемещения. В этом случае низ колонны перемещают лебедкой по заранее подготовленному пути. Такой способ применяют для подъема тяжелых длинных колонн.

2. **При раскладке колонн под углом к оси ряда** их поднимают без перемещения крана поворотом стрелы (рис. 8.3, б).

Место стоянки крана выбирается так, чтобы при минимальном вылете стрелы можно было поставить колонну на фундамент, повернув ее в вертикальное положение без изменения вылета стрелы. При одновременном подъеме колонны и повороте стрелы возможно опасное отклонение подъемного полиспаста от вертикали. Поэтому все операции необходимо выполнять на минимальной скорости.

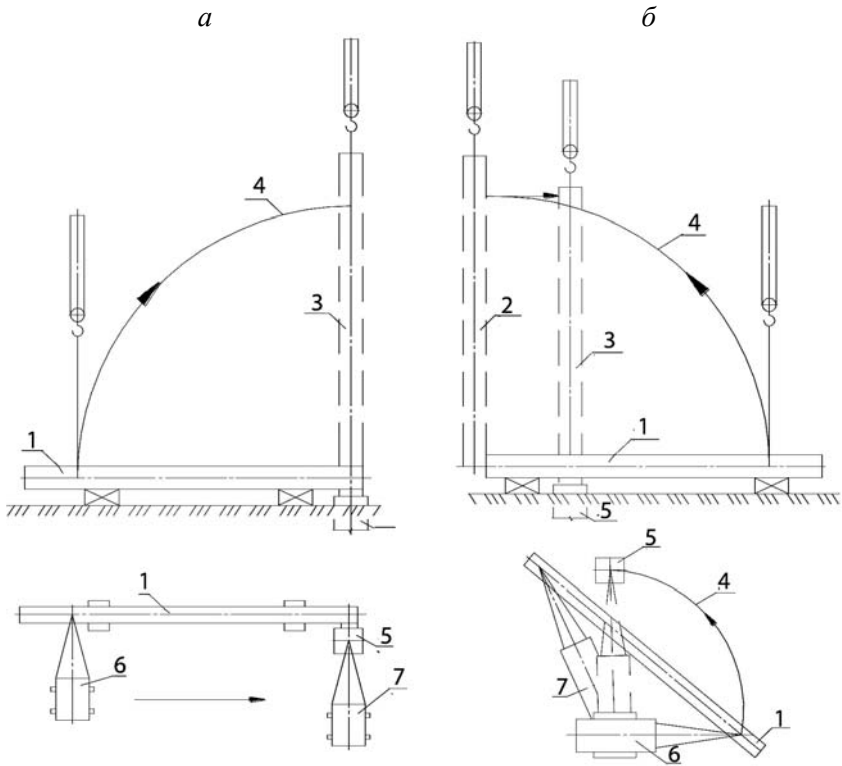


Рис. 8.3. Способы установки колонн в проектное положение краном:
а – поворотом вокруг опоры; *б* – поворотом стрелы крана;
 1 – колонна до подъема; 2 – колонна после подъема; 3 – установленная колонна;
 4 – траектория перемещения; 5 – фундамент под колонну;
 6 – начальное положение крана; 7 – конечное положение крана

Для обеспечения вертикального положения колонны при ее установке строп должен быть закреплен по оси центра тяжести колонны или охватывать ее с двух сторон. Крепят строп за имеющиеся отверстия или специально предусмотренные отверстия или конструкции. Для уменьшения трудоемкости строповки применяют инвентарные стропы (рис. 8.4).

Инвентарные стропы, закрепленные к траверсе, имеют рамку. Рамка подвешена к стропам и охватывает верх колонны, что позволяет закрепить стропы за низ колонны и производить расстроповку

с земли. Рамка на веру колонны обеспечивает ее устойчивое положение при наводке на анкерные болты.

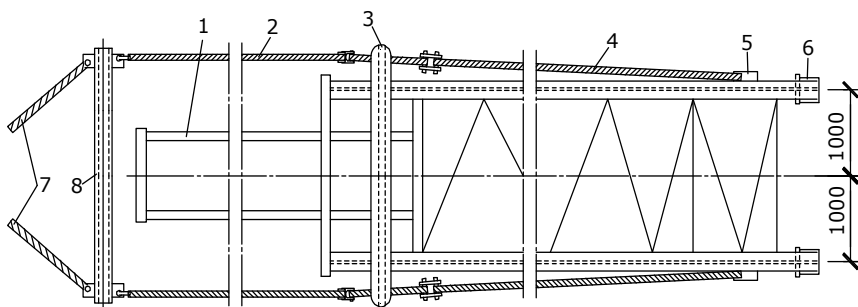


Рис. 8.4. Схема строповки стальной колонны:
1 – колонна; 2 – строп; 3 – рамка; 4 – тяга; 5 – фанонка для крепления;
6 – башмак колонны; 7 – стропы; 8 – траверса

Все работы по выверке колонн производят до ее расстроповки и закрепления. Проверку вертикальности при выверке колонн рекомендуется выполнять двумя теодолитами. В процессе монтажа постоянно проводится пооперационный контроль выполнения работ в соответствии с картами операционного контроля.

При монтаже колонны по частям ее верхнюю часть устанавливают только после закрепления нижней части всеми проектными креплениями к остальным конструкциям. Поднятую верхнюю часть колонны наводят на торец нижней части, совмещают осевые риски на торцах, проверяют вертикальность установленной колонны и закрепляют стык временными креплениями. Временное крепление болтами осуществляют путем стяжных приспособлений, установленных до подъема колонны у торцов стыка.

Технология монтажа подкрановых конструкций

Стальные подкрановые конструкции состоят из балок, горизонтальных тормозных ферм и настилов, расположенных в уровне верхнего пояса балки. Монтаж этих конструкций отдельными элементами достаточно трудоемок. В связи с этим *рекомендуется выполнять монтаж подкрановых конструкций укрупненными блоками, состоящими из подкрановой балки, горизонтальной тормозной*

фермы с настилом и поддерживающей конструкции. Укрепление блоков выполняется на монтажной площадке.

Подъем и установку легких блоков производят одним краном: установка происходит путем поворота стрелы после подъема блока на требуемую высоту или путем изменения вылета или передвижения крана (рис. 8.5, а, б).

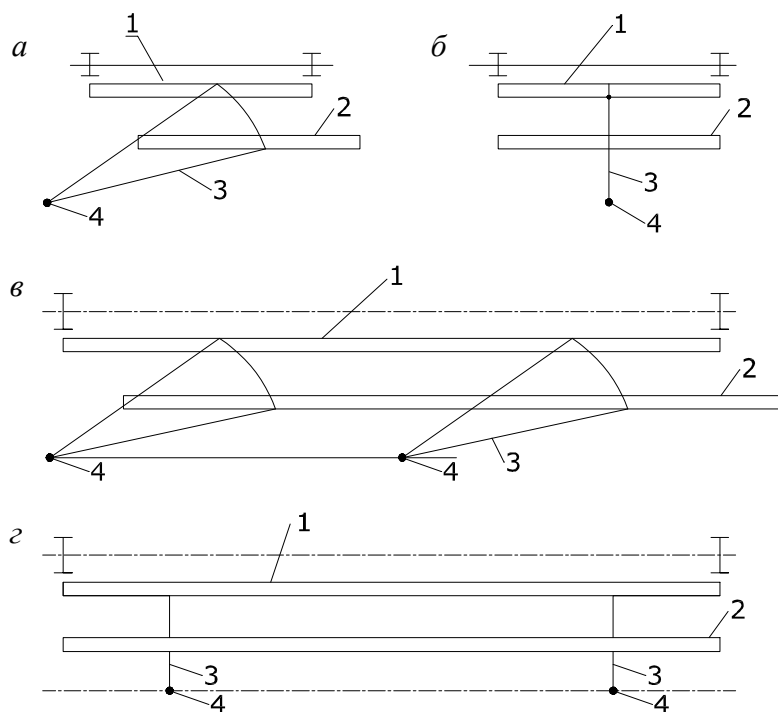


Рис. 8.5. Схемы монтажа подкрановых балок:

а – поворотом стрелы с постоянным вылетом стрелы; б – изменением вылета стрелы; в – двумя кранами поворотом стрелы с постоянным вылетом;

г – двумя кранами с изменением вылета стрелы;

1 – балка, установленная в проектное положение; 2 – балка, подготовленная к установке; 3 – положение стрелы крана; 4 – стойка крана

Тяжелые блоки устанавливают двумя кранами путем поворота стрелы с постоянным вылетом или с изменением вылета стрелы (рис. 8.5, в, г). Подъем блока при одновременной работе двух кран-

нов требует особого внимания как крановщиков обоих кранов, так и монтажников.

Правила требуют выполнять подъем двумя кранами под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов или специально назначенного инженерно-технического работника. При установке блока стрелы кранов должны одновременно поворачиваться так, чтобы не происходило отклонение подъемных полиспастов от вертикали более 2° и исключалась возможность касания блока за конструкции. Подъем блока двумя кранами должен быть проработан в проекте производства работ, где определяются положение блока до подъема, стоянка крана, место строповки и тип стропа, а также вылет стрелы кранов при работе.

Монтаж подкрановых балок укрупненными блоками на колонны, установленные с высокой точностью, не требует дополнительной выверки. Блок ставят, совмещая осевые риски на подкрановой консоли с рисками блока. Подкрановые пути на таком блоке могут быть установлены при укрупнении блока. Крепление подкрановых путей позволяет выполнить их рихтовку (выверку) позднее.

При монтаже подкрановых конструкций отдельными элементами раскладку и установку подкрановых балок производят так же, как и блоков, а тормозные конструкции по возможности укрупняют в плоские или пространственные блоки. При установке подкрановых балок совмещают риски осей на балках и консолях колон. Чтобы вывести отметки верха подкрановых балок в проектное положение, на консолях колон под опорные участки балок устанавливают на сварке стальные подкладки требуемой толщины.

Установку балок под тяжелые краны больших размеров, масса которых больше грузоподъемности монтажного крана, производят двумя кранами или отдельными частями. При монтаже подкрановых балок из двух или более частей под стыком устанавливают временную опору, верхняя площадка которой служит подмостями для оформления стыка балки. Для выведения отдельных частей монтируемой балки в проектное положение используют домкраты. В процессе монтажа, для обеспечения устойчивости, верхний пояс балок больших пролетов необходимо закреплять дополнительными приспособлениями: подкосами, расчалками и т. п.

Закрепляют подкрановую балку болтами, соединяющими нижний пояс балки с подкрановой консолью. Отверстия в консоли под болты делают больше диаметра болтов, чтобы иметь возможность рихтовать положение балки на опоре. Верхний пояс подкрановой балки крепят горизонтальной фасонкой к колонне сваркой после выверки балки или по проекту.

Строповку подкрановых балок, монтируемых отдельными элементами, осуществляют двухветвевым стропом, закрепляя концы захвата за верхний пояс. Захваты располагают около вертикальных ребер. Применяется также строповка двухветвевыми стропами на «удавку» с закреплением замком, позволяющим выполнять расстроповку с земли. Трос для выдергивания штыря замка закрепляют на концах балки у места ее крепления.

Укрупненные блоки стропят четырехветвевым стропом, закрепляя два конца захватами на подкрановой балке, а другие два – за поддерживающие конструкции тормозной фермы или за другую балку (в блоке среднего ряда).

Монтаж подкрановых путей. При монтаже подкрановых путей отдельно от подкрановых балок рельсы устанавливают после закрепления и выверки подкрановых балок. Выверку подкрановых путей выполняют после окончания монтажа всех конструкций в пролете и их закрепления в проектном положении.

Во время монтажа подкрановых конструкций их проверяют с помощью геодезических инструментов, производя пооперационный контроль. С помощью теодолита выносят оси подкрановых путей на первой колонне. Затем выносят ось подкрановых путей на верхний пояс балки и измеряют расстояния от внутренней грани колонны до оси балки.

Для выверки подкрановых путей по нанесенным рискам натягивают стальную проволоку, от которой по отвесу определяют отметку подкранового пути и его положение против каждой колонны. Кроме того, у каждой колонны замеряют стальной рулеткой расстояние от оси пути до оси колонны или ее грани.

Геодезическую съемку подкрановых путей выполняют нивелировкой пути с определением отметок у колонн и в середине пролета балки. Результат съемки наносят на схему с указанием фактических размеров и отклонений от проекта. Перемещение подкрановых рельсов при выверке производят подвижкой их креплений. Подкрановые

рельсы типа КР крепят к поясу балки планками с овальными отверстиями (рис. 8.6, *а*). Планки ставят с двух сторон рельса и перемещают в пределах овального отверстия. После выверки рельса и затяжки болта планки приваривают к шайбам под планкой.

Железнодорожные рельсы к стальной подкрановой балке крепят парными крючьями на расстоянии 80 мм один от другого. Крючья крепят за кромки верхнего пояса (рис. 8.6, *б*).

Если затягивать и отпускать гайки с разных сторон рельса, его можно передвигать.

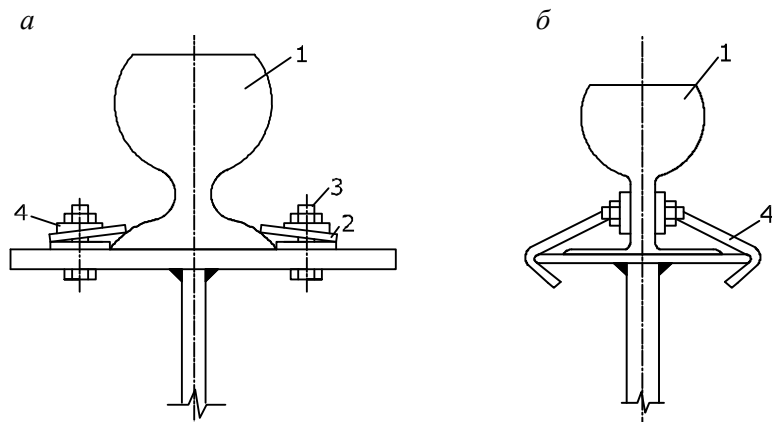


Рис. 8.6. Схемы крепления подкрановых рельсов к стальным балкам:
а – рельс типа КР; *б* – железнодорожный рельс;
 1 – рельс; 2 – крепежная планка с овальными отверстиями;
 3 – болт или крюк; 4 – упругая шайба

При монтаже подкрановых путей рельсов отклонения осей от проектного положения должны соответствовать требованиям действующих ТНПА.

Технология монтажа стальных ферм покрытия. На монтажную площадку конструкции стальных ферм поступают в виде отправочных марок. Фермы пролетом до 24 метров доставляют одной отправочной маркой, готовые к монтажу. При пролетах более 30 метров фермы доставляются в виде трех отправочных марок.

До установки в проектное положение выполняется их укрупнительная сборка в монтажные элементы на площадке у места подъема.

Подъем и установку стропильных ферм необходимо производить с закрепленными расчалками, оттяжками и монтажными связями-распорками. Количество, сечение и места креплений расчалок, оттяжек и монтажных связей-распорок должны быть указаны в ППР.

При комплексном (по ячейкам) методе монтажа, из-за отсутствия по верхнему поясу ферм раскреплений, предусмотренных проектными решениями (прогоны, профнастил, связи и др.), после окончательного закрепления в ячейке колонн, подкрановых балок и связей между ними монтаж ферм выполняется в следующей технологической последовательности.

Вначале монтируют первую стропильную ферму. После установки в проектное положение ее временно закрепляют расчалками. Затем монтируют вторую ферму. После установки в проектное положение ее сразу же закрепляют конструктивными связями по нижнему поясу с ранее смонтированной в ячейке фермой и монтажными (технологическими) связями-распорками по верхнему поясу ферм.

Снимать расчалки и монтажные связи-распорки разрешается только после крепления стального настила (прогонов).

При монтаже фермы поднимают с помощью траверс. Строповку ферм производят в точках, предусмотренных инструкциями. В зависимости от пролета, их строят в двух или четырех точках траверсами с захватами дистанционного управления (рис. 8.7).

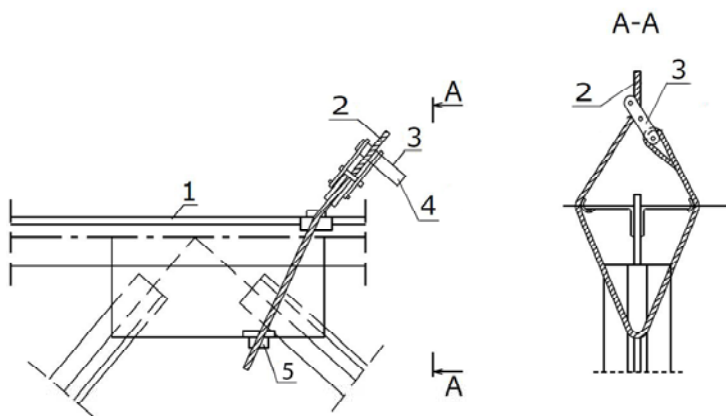


Рис. 8.7. Узел строповки стальной фермы:
 1 – ферма; 2 – стропы; 3 – полуавтоматический замок; 4 – канат дистанционной расстроповки; 5 – инвентарная подкладка под строп

При большой гибкости ферм рекомендуется выполнять их временное усиление.

После подъема фермы краном на высоту, превышающую проектную отметку опорной части колонны не менее чем на 0,5 метра, ее разворачивают пеньковыми оттяжками и наводят на опорные столики.

Приемку ферм и опирание их на столики проводят монтажники, находящиеся на средствах подмащивания на высоте. Ферму устанавливают на опорные столики, а монтажные отверстия совмещают с помощью конических оправок. В отверстия для болтовых стыков устанавливают монтажные пробки (10 % от числа болтов) и болты (не менее 30 %). Окончательно фермы устанавливают в проектное положение, совмещая болтовые отверстия в узлах крепления с колоннами. Положение фермы в плане при окончательной выверке должно выправляться за счет разницы диаметров отверстий и болтов.

По завершении работ по установке фермы в проектное положение и после закрепления опорной стойки к оголовку колонны болтами требуется обеспечить устойчивость фермы: до ее расстроповки верхний пояс конструкции раскрепляют расчалками (первую смонтированную ферму) или связями-распорками к ранее смонтированным конструкциям. Подъем и установку ферм производят с предварительно закрепленными на них расчалками, оттяжками и связями-распорками.

Расчалки изготавливают из стального каната и ставят с обеих сторон фермы симметрично, располагая их под одним углом наклона в плане и к горизонтальной плоскости, чтобы не вызывать изгибающих усилий в элементах фермы.

Угол наклона расчалок к горизонту принимают не более 45°. Усилие в расчалке принимается по расчету, но не более 3 т. При натяжении расчалок нужно следить за прямолинейностью верхнего пояса и вертикальностью ферм, производя пооперационный контроль. Расчалки натягивают равномерно на одинаковое усилие лебедками и закрепляют к инвентарным переносным якорям, фундаментам соседних колонн или установленным конструкциям, прочность которых должна быть проверена расчетом. Расчетное усилие в якорях и винтовых стяжках принимают равным 1/3 разрывного усилия в канате расчалки в целом.

Центр тяжести установленной на колонны фермы, опертой нижним поясом, находится выше опорной поверхности, поэтому ферму прове-

ряют на устойчивость от опрокидывания при действии ветровой нагрузки. При недостаточной устойчивости в середине пролета ставят пару расчалок или распорку к верхнему поясу. Если одной пары расчалок по расчету недостаточно, ставят симметрично две пары. Ставить более трех пар расчалок не допускается. В этом случае должно быть разработано индивидуальное раскрепление верхнего пояса.

Оставлять фермы, закрепленные проектными болтами к опорам и расчалками (без связей), на более чем 8 ч (одной смены) не допускается. В этом случае необходимо закрепить верхний пояс жесткими связями.

Монтаж стального профилированного настила. Стальной профилированный настил является несущей конструкцией облегченной кровли. Монтируется он по металлическим фермам. При шаге ферм 6 м и более настил укладывают по прогонам, а при шаге 4 м и менее – непосредственно по верхним поясам ферм. Между собой листы настила соединяют внахлестку комбинированными заклепками. К прогонам и фермам настил крепят самонарезающими болтами, дюбелями или сваркой.

На строительную площадку настил поступает в пакетах массой до 10 т. Укладывают пакеты листов на подкладки, а сверху закрывают водоизоляционным материалом. При приемке настила его очищают от технологической смазки. Монтаж настила производят после окончания монтажа, закрепления и окраски всех нижерасположенных конструкций.

Перед началом монтажа профнастила необходимо закрепить по верхним поясам ферм поддерживающие стальные канаты, на которые будут опираться монтажные щиты. По смонтированным листам металлопрофиля монтажники должны перемещаться только по монтажным щитам настила. По смонтированной части кровли запрещается перемещать листы в продольном направлении.

Укладку настила производят от одного конца здания к другому, от края кровли к ее середине. Монтаж листов в рядах начинается с желоба к коньку в направлении, указанном в проекте производства работ (против направления преобладающего ветра). Настил закрепляют к ферме, укладывая листы внахлестку или встык, как предусмотрено проектом. Крепление осуществляют самонарезающими болтами (рис. 8.8, а). Для установки болтов по месту через настил просверливают отверстие диаметром 5,4 мм, в которое ввертывают

болт до отказа. Под головку болта устанавливают две шайбы; на настил – уплотнительную шайбу и сверху нее – стальную. Шаг установки самонарезающих болтов по длине листа стального профилированного настила задается проектной документацией.

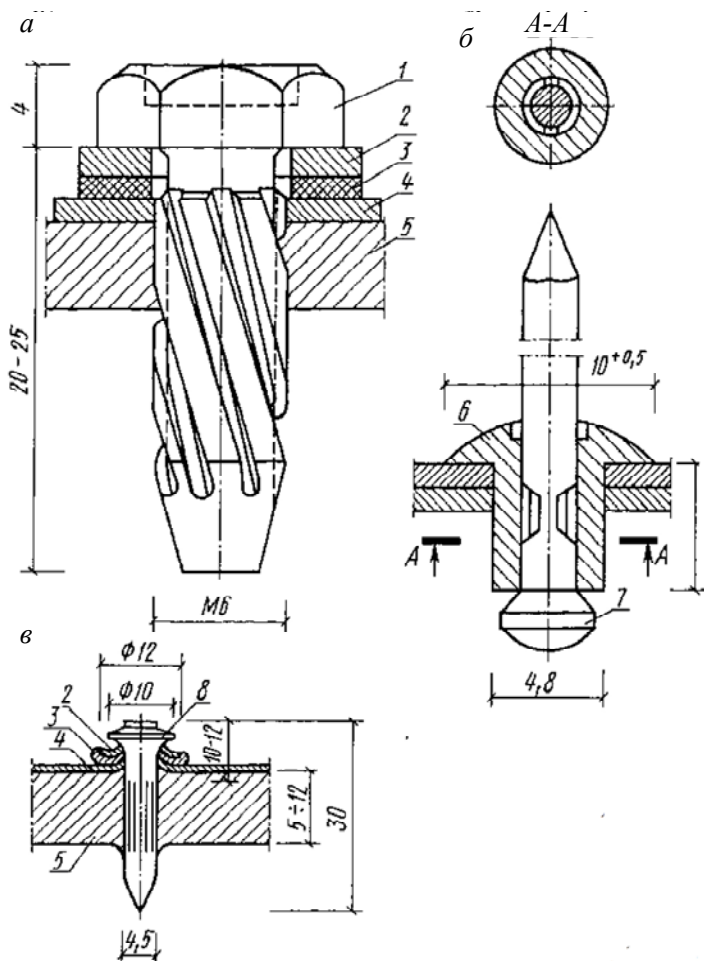


Рис. 8.8. Детали крепления стального настила:

- a* – самонарезающим болтом; *б* – комбинированной заклепкой; *в* – дюбелем;
 1 – самонарезной болт; 2 – стальная шайба; 3 – шайба из паронита;
 4 – стальной настил; 5 – полка прогона; 6 – заклепки из алюминиевого сплава;
 7 – стальной стержень; 8 – дюбель

Для ускорения процесса крепления настила к прогонам или поясу фермы используется пристрелка дюбелями с применением пистолета ПП-84 (84С) (рис. 8.8, в). Для зданий с неагрессивной средой для крепления к прогонам настила может быть применена сварка.

Продольные стыки листов настила могут быть выполнены внахлестку с закреплением комбинированными заклепками (рис. 8.8, б). Для установки заклепок из алюминиевого сплава рассверливают отверстия диаметром 4,9 мм. Заклепку вставляют сверху, после чего пневматическим пистолетом ОР-12 или ручными клещами головку заклепки прижимают к настилу. Стальной стержень, выступающий из головки, вытягивают инструментом, при этом головка стержня сплющивает заклепку с нижней стороны, образуя вторую головку. Выступающая часть стального стержня обрывается. Плотное соединение листов настила внахлестку получают легким нажатием и ударами деревянного молотка.

При необходимости в замок нижнего смонтированного листа предварительно наносится слой герметизирующего состава.

Продольное крепление панелей между собой осуществляется после полного закрепления листов к несущей конструкции. Винты устанавливаются на гребень волны замковой гофры; их шаг не должен превышать 500 мм.

Для получения листов настила необходимой длины и ширины его режут с помощью механизированного инструмента и абразивных кругов. Для продольной резки применяют ручные электрические шлифовальные машинки; для поперечной резки листов – лобзики с мелким профилем зуба.

После проведения работ по механической обработке металлопрофиля необходимо удалить всю металлическую стружку и грязь с поверхности обработанных панелей способом, исключающим повреждение отделочного лакокрасочного покрытия. Остающаяся на панелях стальная стружка может ржаветь и изменять окраску облицовочных листов.

В процессе работ по устройству кровли металлопрофиль подается на место монтажа в горизонтальном положении. Строповку отдельных листов и картин выполняют с применением траверс и захватов, которые заводят под волну настила. Для подачи на кровлю пакетов стальных профилей рекомендуется использовать специальные траверсы-захваты (рис. 8.9).

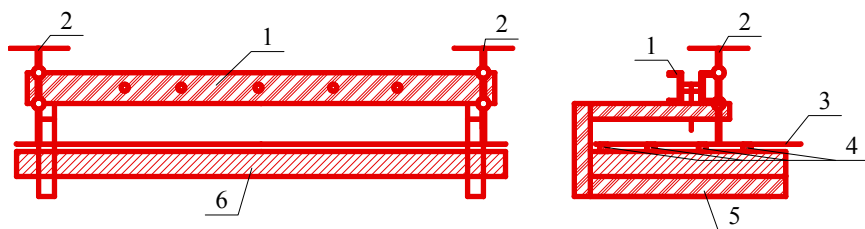


Рис. 8.9. Специальная траверса-захват для подачи на кровлю пакетов профилей стальных холодногнутых:

- 1 – несущая балка траверсы-захватки; 2 – прижимные винты;
 3 – прижимной металлический элемент; 4 – прокладка из эластичного материала;
 5 – несущая рама траверсы-захвата; 6 – пакет стальных профилей

Чтобы не повредить листы металлопрофиля, между прижимным металлическим элементом траверсы и листами устанавливается не менее четырех прокладок из эластичного материала.

Монтаж стального профилированного настила необходимо вести, строго соблюдая правила техники безопасности, особенно в сырую погоду. Все крайние листы должны иметь временное ограждение.

Монтаж легкого стенового ограждения. После завершения монтажа всех несущих металлических конструкций отдельным технологическим потоком монтируют стеновое ограждение.

Эффективным конструктивным решением стенового ограждения зданий с каркасом из металлических конструкций являются трехслойные панели типа «сэндвич» с обшивками из оцинкованной стали или алюминиевых сплавов. В качестве утеплителя в них применяются заливочные полиуретановые композиции или волокнистые минераловатные плиты.

При монтаже стенового ограждения принята вертикальная разрезка стеновых панелей. Такое конструктивное решение позволяет существенно снизить трудоемкость монтажа за счет отсутствия горизонтальных швов (стыков) в стеновом ограждении. Однако эффективное применение вертикальной разрезки при монтаже стеновых панелей возможно, если длина монтируемых панелей «сэндвич» равна высоте возводимого здания.

Панели типа «сэндвич» поступают с заводов-изготовителей на монтажную площадку в пакетах, упакованных в водоизоляционный материал. Хранятся пакеты на деревянных подкладках у места монтажа конструкций.

Трехслойные панели типа «сэндвич» крепятся к ригелям на болтах $M7 \times 90 - M10 \times 90$ (ГОСТ 7802) с гайками $M7 - M10$ (ГОСТ 5916) (рис. 8.10). Во избежание появления погиби в тонколистовой обшивке панели «сэндвич» во время ее крепления к ригелям фахверка под головки болтов устанавливают шайбы. Ригели фахверка выполняются, как правило, из гнутого швеллера № 14 или № 16 и крепятся на болтах к опорным столикам, установленным на металлических колоннах каркаса здания.

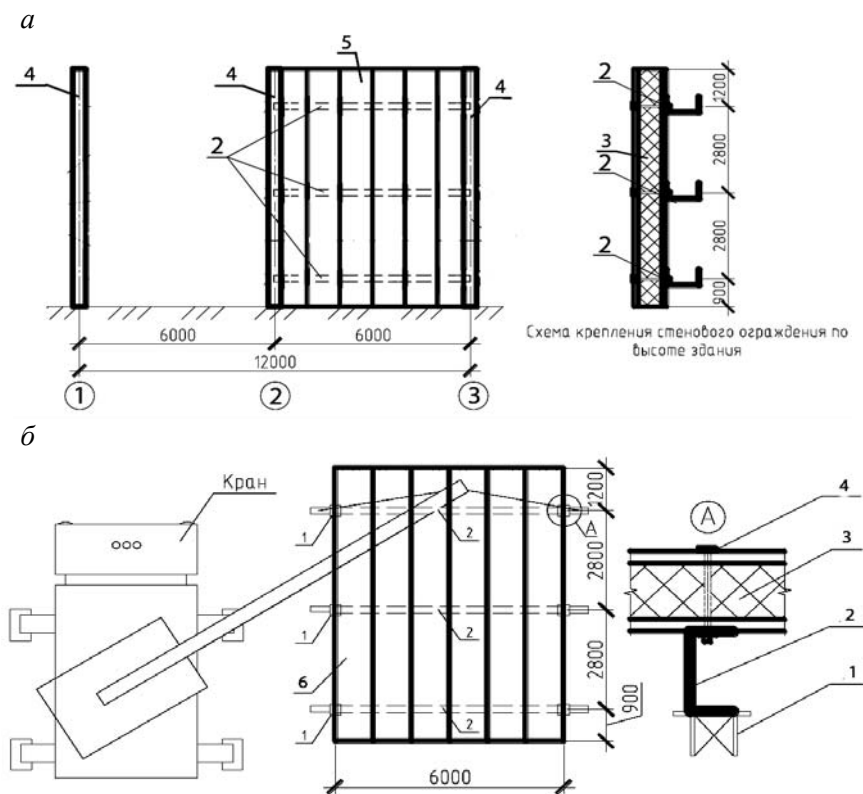


Рис. 8.10. Монтаж легкого стенового ограждения «картинами»:

а – конструктивное решение крепления «картины» к фахверку;

б – технологическая схема монтажа «картины»;

1 – опора шпальной клетки; 2 – ригель фахверка; 3 – стеновая панель типа «сэндвич»;

4 – колонны фахверка; 5 – смонтированная картина легкого стенового ограждения;

б – картина легкого стенового ограждения, собранная на шпальной клетке

Монтаж легкого стенового ограждения из трехслойных панелей типа «сэндвич» выполняют «картинами», состоящими из ригелей фахверка и закрепленных к ним на болтах стеновыми панелями. Размеры монтируемых «картин» принимают с учетом шага колонн и высоты здания.

Сборка стенового ограждения в «картины» осуществляется в горизонтальном положении на шпальной клетке, которая располагается у места монтажа (см. рис. 8.10). Основными конструктивными элементами шпальной клетки являются металлические опорные стойки высотой 1,3–1,4 м со столиками, на которые укладывают ригели фахверка при сборке «картин».

Рекомендуется следующая *технология сборки «картин» на шпальной клетке*.

Вначале на столики опорных стоек (шпальная клетка) укладывают и фиксируют в проектное положение ригеля фахверка (гнутый швеллер). Затем на полках ригелей фахверка, к которой будут крепиться стеновые панели, с помощью рулетки или шаблона размечается проектное расположение первой стеновой панели. Далее на ригели фахверка укладывается первая стеновая панель типа «сэндвич». Электродрелью сверлятся сквозные отверстия под болты в панелях и полке ригеля фахверка. Во избежание повреждения защитного покрытия наружной металлической обшивки стеновой панели типа «сэндвич» патроном электродрели при сверлении сквозных отверстий под болты необходимо использовать ограничители – подкладки из эластичных материалов (пенопласт, поролон и др.).

Учитывая, что толщина металлических обшивок стеновых панелей типа «сэндвич» не превышает 1 мм, во избежание появления недопустимых дефектов в обшивках в виде погиби рекомендуется затягивать вручную гайки, установленные на крепежные болты. После закрепления первой стеновой панели аналогичным образом крепят следующие панели. Швы между панелями соединяются в «шпунт».

После завершения работ по сборке «картины» на шпальной клетке с помощью самоходного крана (как правило, автомобильного) выполняется ее установка в проектное положение. В качестве грузозахватного приспособления при монтаже «картины» используют двухветвевой строп. Соединение собранного в картины легкого стенового ограждения с колоннами осуществляется следующим образом: ригели фахверка закрепляют болтами к монтажным столикам на колоннах.

При монтаже картин монтажники находятся внутри здания и с помощью оттяжек направляют конструкцию картины на опорные столы. Учитывая, что стеновые панели по высоте картины крепятся к трем или четырем ригелям фахверка, в качестве средств подмащивания для работы монтажников на высоте применяют передвижные подмости типа ПВС переменной высоты или автогидроподъемники типа АГП с высотой подъема 12, 18 и 24 м.

Все работы по монтажу стенового ограждения из трехслойных панелей типа «сэндвич» должны выполняться с проведением операционного контроля качества и регистрироваться в журнале работ.

Блочный монтаж конструкций покрытий промышленных зданий. Как показывает практика, при возведении надземного цикла одноэтажных промышленных зданий наиболее трудоемок процесс устройства покрытия, включающий, наряду с монтажом стропильных ферм и профнастила, устройство кровли, антикоррозийную защиту, окраску конструкций, остекление фонарей, электротехнические работы и др.

Обусловлено это тем, что все работы выполняются на высоте, а это требует дополнительных затрат времени и финансов на обеспечение безопасных условий работы. Для снижения трудоемкости и повышения качества монтажа покрытий производственных одноэтажных зданий разработан и успешно применяется на практике блочный монтаж.

Блочный монтаж характеризуется тем, что возведение зданий и сооружений осуществляется из геометрически неизменяемых плоских или пространственных блоков, предварительно собранных из отдельных элементов на земле. Массу блоков доводят до максимальной грузоподъемности монтажных механизмов.

За счет выполнения всех технологических процессов на земле уменьшается объем вспомогательных работ (устройство средств подмащивания и др.), повышаются производительность труда и качество выполнения работ – в итоге сокращается продолжительность строительства и снижается его стоимость в целом.

Наиболее эффективен монтаж покрытия блоками полной строительной готовности, то есть монтаж окрашенных металлоконструкций с остеклением, готовой кровлей и смонтированными системами освещения и вентиляции.

Выбор степени укрупнения решает экономическое сопоставление методов производства работ. Наиболее часто принимают блоки покрытия следующими размерами: 12×12 , 12×30 , 12×36 , 24×24 и 24×30 м, но могут быть блоки и других размеров. Масса металлоконструкций блоков составляет 15–70 т, а блоков полной строительной готовности – 40–200 т. Каждый блок опирается на четыре колонны, что требует высокой точности сборки. Целесообразно, чтобы компоновка блоков была симметричной, а блоки были замкнутыми. Это позволяет исключить дополнительные работы на высоте по выполнению стыков выступающих элементов.

Крупноблочный монтаж конструкций покрытий промышленных зданий выполняется на стендах и строительном конвейере.

Укрупнение блоков на стендах эффективно при небольших объемах работ, а также при монтажных работах в стесненных условиях. Стенды применяются переносные. Располагают их в пролете здания, соседнем с монтируемым пролетом. В этом случае укрупнение конструкций покрытия в блок выполняется с помощью гусеничного крана.

При сборке блоков на переносном стенде их подают и устанавливают в проектное положение с помощью самоходных кранов в башенно-стреловом исполнении. Кран располагается в этом же или соседнем пролете.

При больших площадях покрытий сборку блоков выполняют на *строительном конвейере*, то есть блоки собирают на 15–16 стоянках-тележках, которые по мере сборки перемещаются по железнодорожным путям (рис. 8.11).

Тележки конвейера соединены между собой и передвигаются лебедкой. Сборка на конвейере позволяет приблизить строительные работы к заводским условиям.

Сборку металлических конструкций выполняют на 5–6 стоянках. На первой стоянке фиксируют точное проектное положение основных несущих элементов. После сборки и проектного закрепления конструкций на первой стоянке собранный блок должен быть неизменяемым.

Каждая стоянка конвейера обслуживается краном. Склад конструкций располагают параллельно конвейерной линии. Укрупнение ферм выполняют на складе до установки на первой стоянке. Все элементы, монтируемые на сборочном конвейере (стоянках), должны

предварительно пройти укрупнительную сборку для сокращения времени стоянки конвейера.

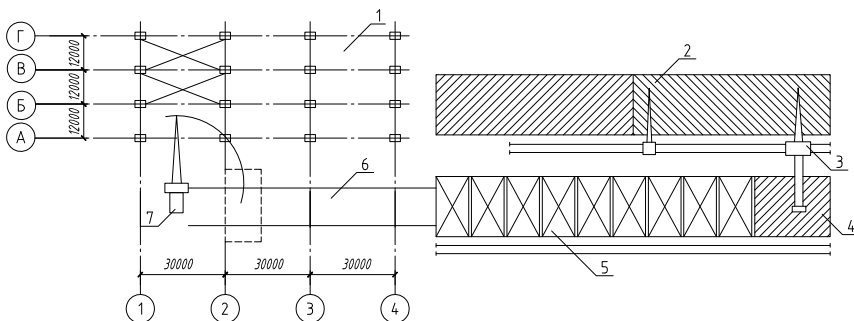


Рис. 8.11. Схема строительного конвейера:

1 – монтируемый цех; 2 – склад конструкций; 3 – краны, обслуживающие конвейер; 4 – площадка укрупнения ферм; 5 – стоянки конвейера; 6 – пути подачи блоков к месту установки на установщик; 7 – кран для установки блока на установщик

После завершения сборки металлических конструкций на следующих 10 стоянках конвейера блоки покрытий укрупняют до полной строительной готовности и подают по рельсовым путям конвейерной линии к монтируемому пролету. Затем с помощью нестандартного стационарного подъемного устройства или серийного тяжелого крана (например – СКГ-63БС) блок подается на установщик.

Установщик подъезжает к месту установки блока и устанавливает его в проектное положение. Тип установщика зависит от наличия или отсутствия в возводимом здании мостовых кранов.

При возведении крановых зданий применяют **низкий установщик**, который перемещается по проектным или временным путям подкрановых балок и с помощью домкратных устройств устанавливает блок покрытия в проектное положение (рис. 8.12).

Для зданий, у которых отсутствуют пути подкрановых балок, блоки, укрупненные на общестроительном конвейере до полной строительной готовности, монтируют с помощью **высокого установщика**. С помощью высокого (портального) перегружателя блок поднимают и устанавливают на наземный установщик, который, перемещаясь по рельсовым путям вдоль пролета, монтирует блоки покрытия (рис. 8.13).

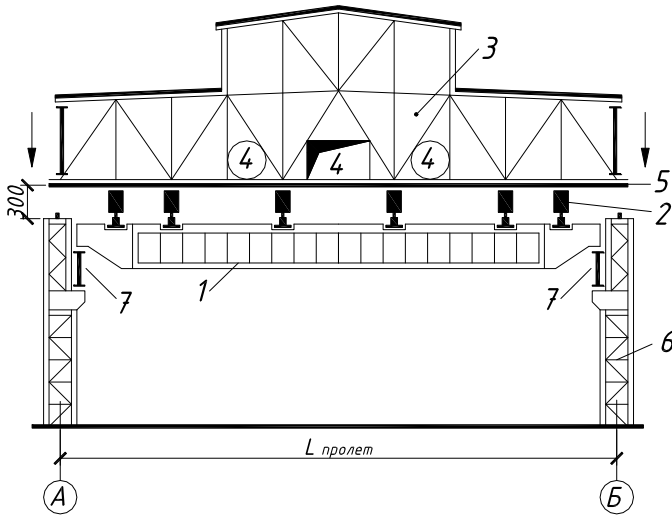


Рис. 8.12. Схема монтажа блоков покрытия промышленного здания с использованием низкого установщика:

- 1 – низкий установщик; 2 – гидравлические домкраты; 3 – монтируемый блок покрытия; 4 – смонтированное технологическое оборудование; 5 – распределительная балка; 6 – колонна; 7 – пути подкрановых балок

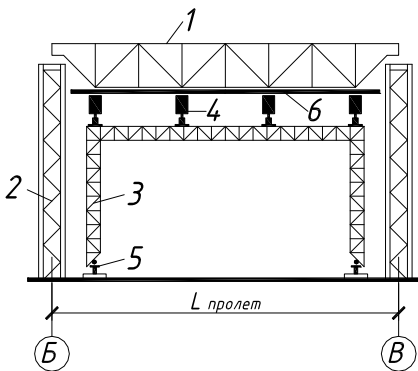


Рис. 8.13. Схема монтажа покрытия с помощью высокого установщика:

- 1 – монтируемый блок покрытия; 2 – колонна; 3 – высокий установщик; 4 – гидравлические домкраты; 5 – рельсовый путь; 6 – распределительная балка

8.2. Арочные покрытия зданий

При возведении промышленных, общественных, сельскохозяйственных зданий и спортивных сооружений пролетами от 40 до 150 м эффективно применять в качестве несущих конструкций покрытия металлические арки.

По конструктивному решению арки классифицируют *двух-, трехшарнирные и безшарнирные*.

Как показывает практика строительства, конструктивное решение и пролет арки определяют выбор технологии производства работ по возведению арочных покрытий зданий и сооружений.

На сегодня известны следующие методы монтажа арочных конструкций:

на сплошных подмостях;

передвижных подмостях;

с использованием временных опор;

отдельными арками с последующим соединением их между собой связями и прогонами.

На практике предпочтение отдается *сплошным подмостям и временным опорам*.

На сплошных подмостях, поддерживающих конструкцию в процессе монтажа и воспринимающих нагрузки от ее массы, *рекомендуется выполнять монтаж двухшарнирных и трехшарнирных ажурных арок больших пролетов*.

Суть данного метода монтажа арок состоит в следующем: после полного завершения работ нулевого цикла внутри возводимого здания с помощью самоходного крана устанавливаются подмости, которые являются сборочной площадкой для укрупнительной сборки, монтируемой арки (рис. 8.14).

Снижение трудоемкости и повышение качества при укрупнительной сборке арок можно достигнуть, выполнив следующие подготовительные операции. По деревянному настилу сплошных подмостей укладывают металлический лист толщиной до 2 мм, на котором в масштабе 1:1 краской (фломастером) наносят геометрическую схему монтируемой арки. Степень детализовки, нанесенной на металлический лист геометрической схемы монтируемой арки, зависит от принятого метода монтажа конструкции. Для отправочных марок достаточно упрощенной схемы без детализации узлов. Учитывая, что, как правило, все арки, монтируемые в пролете возводимого здания, идентичны, нанесенная на металлический лист геометрическая схема арки используется как шаблон для сборки остальных арок.

После завершения подготовительных работ монтажники металлоконструкций приступают к сборке арки. По завершении работ по укрупнительной сборке арки выполняется контроль качества сборки.

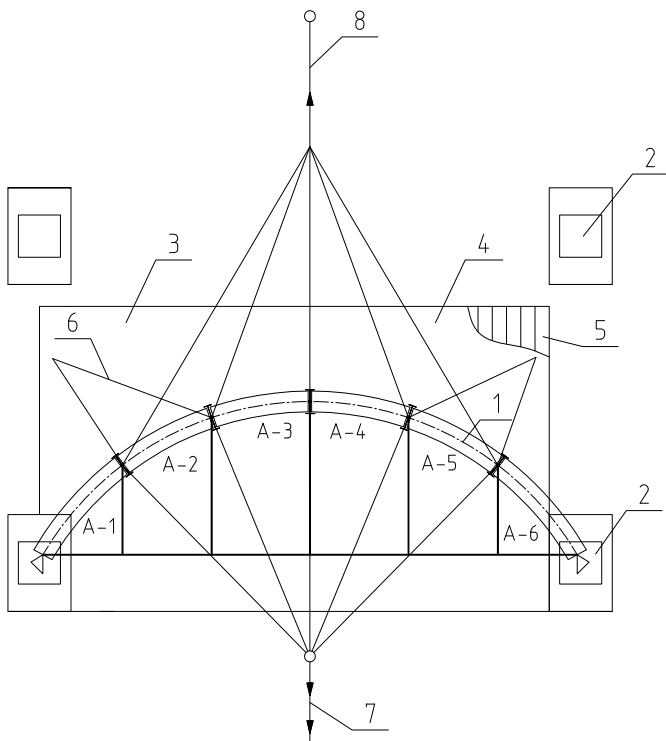


Рис. 8.14. Схема монтажа арок на сплошных подмостях:
 1 – монтируемая арка; 2 – фундамент арки; 3 – сплошные подмости;
 4 – металлический лист; 5 – деревянный щит сплошных подмостей; 6 – стальные тросы (растяжки); 7 – грузовая лебедка; 8 – тормозная лебедка

До начала установки собранной арки в проектное положение выполняется ее обустройство. Для предотвращения потери устойчивости конструкции при установке в проектное положение выполняют ее временное усиление: с шагом 0,8–1 м по пролету арки с помощью болтов (хомутов) закрепляют металлические пластины (швеллеры). На арку с двух сторон закрепляют стальные тросы, которые на время монтажа закрепляют к лебедкам (грузовой и тормозной), а после вывода арки в проектное положение они будут использоваться как растяжки.

Наличие шарнирного соединения арки с фундаментами позволяет установить арки в проектное положение с помощью двух лебедок –

грузовой и тормозной (см. рис. 8.14). Для подъема и вывода арки в проектное положение используются стальные тросы, которые закрепляют с двух сторон к поясу арки и соединяют с барабанами грузовой и тормозной лебедками.

Рекомендуется следующая технология *выведения арки в проектное положение*. После завершения работ по обустройству арки к подъему включается рабочая лебедка, с помощью которой происходит подъем конструкции до достижения угла между горизонтальной поверхностью щитов подмостей 80–85°. Затем включается в совместную синхронную работу тормозная лебедка. По завершении вывода арки в проектное положение используемые для ее подъема стальные тросы применяются как растяжки для временного раскрепления конструкции. Затем с помощью самоходного крана подмости переставляются к следующему фундаменту. Аналогичным способом монтируют следующую арку.

Монтаж арок на сплошных подмостях особенно эффективен при возведении сооружений в стесненных условиях.

Монтаж арочных конструкций с использованием временных опор является универсальным, так как *может применяться для монтажа арок всех конструктивных решений: двух-, трехшарнирных и бесшарнирных*.

Суть метода монтажа арок с использованием временных опор заключается в следующем. После завершения работ нулевого цикла и подписания акта о приемке фундаментов на строительную площадку завозятся автотранспортом отправочные марки монтируемых арок. Затем на выровненное и уплотненное основание в местах расположения монтажных стыков арки устанавливаются временные монтажные опоры. Для выведения отправочных марок монтируемых арок в проектное положение (на нужную отметку) на оголовках временных монтажных опор смонтированы винтовые домкраты. Монтаж отправочных марок арки ведется самоходным краном.

Первой монтируется отправочная марка, опирающаяся на фундамент. Как правило, до начала подъема отправочной марки арки самоходным краном выполняют временное усиление зоны строповки арки металлическими пластинами или швеллерами. Для снижения трудоемкости монтажа и обеспечения безопасных условий труда временные монтажные опоры обустраивают монтажными площадками. Демонтаж временных монтажных опор выполняют после

завершения монтажных работ в коньковом узле и выполнения контроля качества выполненных работ.

После завершения работ по монтажу арки временные монтажные опоры с помощью самоходного крана переставляют на другой участок. Схема технологической последовательности монтажа арочной конструкции с использованием временных опор приведена на рис. 8.15.

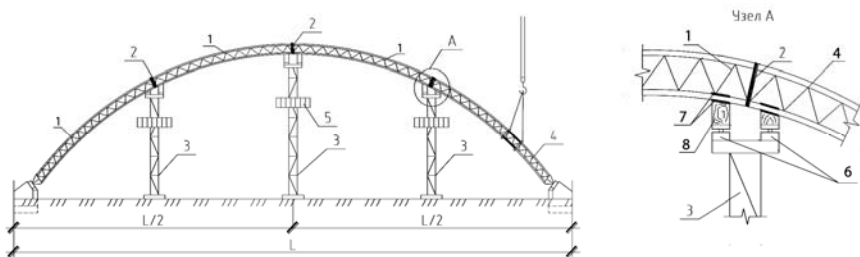


Рис. 8.15. Технологическая схема монтажа арочной конструкции с использованием временных опор:

- 1 – смонтированная отправочная марка; 2 – монтажные стыки арки;
- 3 – временные опоры; 4 – монтируемая отправочная марка; 5 – монтажная площадка; 6 – винтовой домкрат; 7 – подкладки под пояс арки;
- 8 – выравнивающие деревянные бруски

8.3. Здания из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК)

Общие положения

Развитие машиностроения с середины 1950-х гг. позволило организовать массовое производство стальных тонкостенных конструкций.

Практически до 1990-х гг. профили стальные гнутые для легких стальных конструкций изготавливались из горячекатаного и холоднокатаного проката толщиной 1,5–4,0 мм.

В последние 15 лет промышленный выпуск профилей гнутых из оцинкованного рулонного проката марок 08пс, 08кп толщиной 1,2–3,0 мм существенно увеличил применение легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) при возведении зданий и сооружений.

Сегодня технология ЛСТК при возведении несущего каркаса зданий и сооружений различного назначения широко применяется

в Великобритании, США, Японии, Финляндии и других странах и набирает популярность в России (рис. 8.16).



Рис. 8.16. Несущий каркас жилого здания из ЛСТК

Это вызвано тем, что тонкостенные конструкции примерно на 50 % легче, а значит, и дешевле по сравнению с черным металлом. С учетом снижения веса конструкций снижается трудоемкость работ по монтажу металлоконструкций. Отсутствие мокрых процессов позволяет выполнять строительство круглогодично. Высокая технологичность – еще одно конкурентное преимущество ЛСТК, достигаемое во многом благодаря отказу от применения тяжелой техники, удобной транспортировке и минимальному количеству задействованных рабочих. Ввиду того, что каркас здания из металла, как правило, собирается на болтовых соединениях как большой конструктор, сварочное оборудование не требуется.

Однако низкие теплотехнические характеристики стали ($\lambda = 58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$), несмотря на все достоинства ЛСТК, ограничили область их массового применения возведением нежилых зданий и сооружений.

Разработка перфорированных стальных профилей (термопрофилей) позволила решить проблему уменьшения теплопроводности металла. По данным исследований, проведенных в Финляндии и Швеции, наиболее эффективны, с точки зрения энергосбережения, стальные

профили с перфорацией по всей длине от 4-х до 8-ми рядов. Их применение в ограждающих конструкциях позволяет снизить теплопроводность по профилю на 70–80 % по сравнению с СТК без перфорации.

Сейчас определена область эффективного применения основных марок термопрофилей при возведении несущего каркаса жилых зданий из ЛСТК.

В несущем каркасе здания рекомендовано в качестве стоек применять длинномерный термопрофиль С-образной формы марки ТПС (рис. 8.17, *а*).

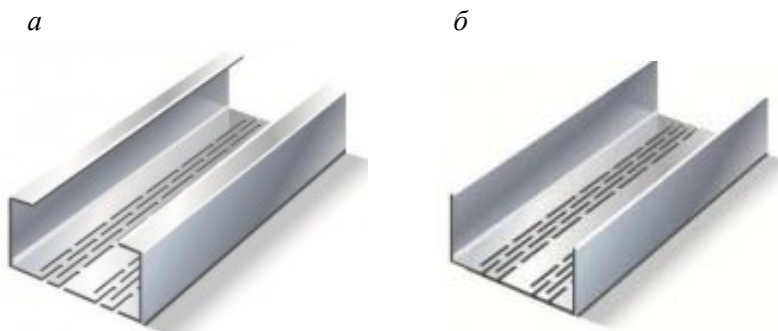


Рис. 8.17. Поперечные сечения эффективных термопрофилей:
а – длинномерный С-образный термопрофиль марки ТПС;
б – длинномерный П-образный термопрофиль марки ТПП

Профиль ТПС, как и любой профиль ЛСТК, изготавливается холоднопрокатным способом из оцинкованной рулонной стали; он используется для возведения несущих стен, любых внутренних стен и перегородок, при устройстве мансард и кровельных работах.

В качестве прогонов в несущих каркасах зданий рекомендуется применять длинномерный профиль П-образной формы марки ТПП (рис. 8.17, *б*). Область применения ТПП – это производство ЛСТК (возведение перегородок, стен, мансард и кровель).

Термопрофили изготавливают на автоматизированных линиях холоднопрокатным способом из оцинкованной рулонной стали, что также способствует снижению их стоимости (рис. 8.18).



Рис. 8.18. Технологическая линия по изготовлению термопрофилей

Выпускаются они следующих размеров (в мм): высота (min-max) 40 – 100; ширина 40 – 100; ширина полки (канта) 13 – 27; длина 2400 – 12000 (рис. 8.19).



Рис. 8.19. Изготовленные термопрофили

Технология возведения зданий из ЛСТК

Как показывает практика, применение ЛСТК эффективно при строительстве зданий высотой 6–10 этажей.

При возведении зданий из ЛСТК под конструкции металлического каркаса могут применяться любые типы фундаментов: ленточные, свайные, монолитные плиты и др. Несущий каркас зданий монтируется с помощью легких строительных кранов из конструктивных элементов стен («картин»), которые собираются из отдельных термопрофилей толщиной 0,7–4 мм на строительной площадке или на заводе-изготовителе ЛСТК (рис. 8.20).

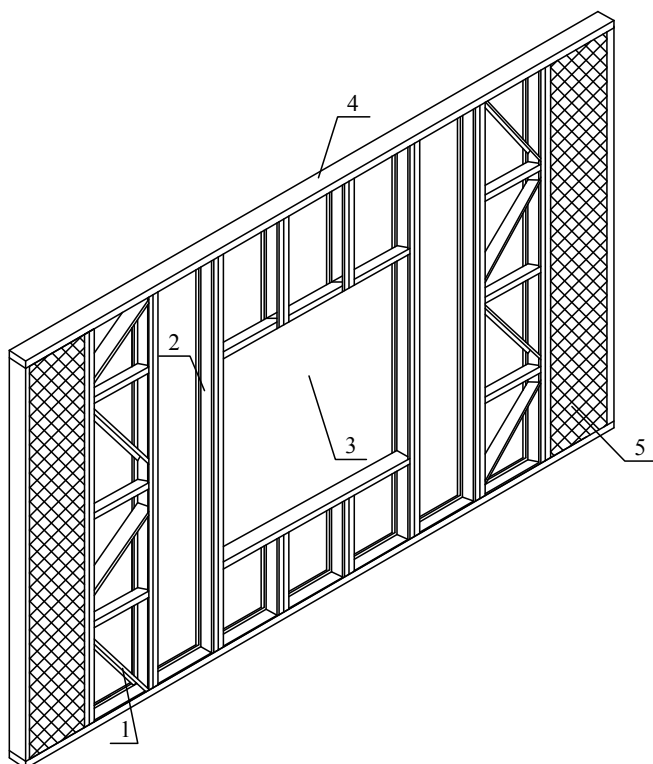


Рис. 8.20. Несущий конструктивный элемент стенового ограждения («картина»):

- 1 – раскос; 2 – стоечный термопрофиль; 3 – оконный проем;
4 – направляющий термопрофиль; 5 – закладной плитный утеплитель

При возведении зданий из ЛСТК рекомендуется применять такие *типы соединений*, как самонарезающие винтовые и болтовые соединения.

Головка винта может быть с различными типами шлицев с пресс-шайбой и без нее. Самонарезающие винты изготавливаются по внутренним стандартам организаций. Основные диаметры винтов, применяемые в ЛСТК, – 4,2; 4,8; 4,9; 5,5; 6,3; 6,5; 7,2; 8; 8,6 и 10,6 мм. Длина винта, а также другие его геометрические характеристики принимаются в зависимости от назначения.

В соединениях ЛСТК рекомендуется применять винты из углеродистой и аустенитной коррозионностойкой стали. Винты из углеродистой стали, как правило, имеют марки С 1008, С 1042, а также SAE 1022, AISI 1018, AISI 1035.

В винтах из аустенитной коррозионностойкой стали применяется сталь марок AISI 304 (A2) (03X18H9, 07X16H6, X15H5D2T по ГОСТ 5632 и AISI 316 (A4) (03X17H14M3 по ГОСТ 5632). Существуют также биметаллические винты, стержень которых изготовлен из аустенитной коррозионностойкой стали, а наконечник – из углеродистой стали.

Необходимый диаметр отверстий зависит от толщины соединяемых материалов и их прочностных характеристик. Для определения нужных диаметров отверстий следует руководствоваться рекомендациями производителя. Также необходимо руководствоваться требованиями специальных рекомендаций: Евроноормы, а именно Eurocode 3, Part 1-3, предусматривают расчет винтовых соединений на вырыв и отрыв материала через шайбу.

Сегодня разработана и широко внедряется в практику строительства эффективная технология соединения ЛСТК при помощи *самосверлящих самонарезающих винтов*, обеспечивающая высокую производительность монтажа. *Самосверлящие самонарезающие винты* имеют наконечник со сверлом типа «перо», что позволяет устанавливать их без предварительного выполнения отверстий (рис. 8.21).

При установке самосверлящих самонарезающих винтов важны требования по допустимому числу оборотов, крутящему моменту и необходимому и достаточному усилию нажатия. Данные требования устанавливаются производителем. Как правило, число оборотов составляет 1300–2000 об/мин; крутящий момент – до 6 Нм; усилие нажатия порядка 40–50 кг.

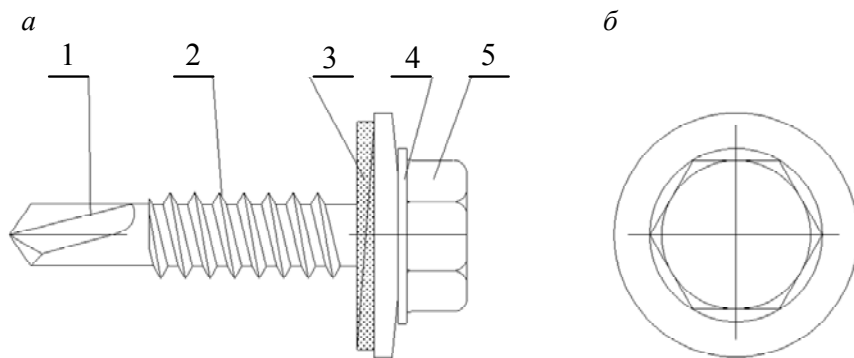


Рис. 8.21. Самосверлящий самонарезающий винт:

a – общий вид, *б* – головка винта;

1 – сверло типа «перо»; 2 – стержень с резьбой; 3 – шайба EPDM;

4 – пресс-шайба; 5 – головка

Соединение отдельных «картин» между собой выполняется как при помощи самонарезающих винтов, так и болтами нормальной прочности.

Болтовые соединения имеют перспективы применения в легких стальных конструкциях для монтажа стыков, выполняемых на строительной площадке. Основное преимущество их применения в ЛСТК перед другими соединениями заключается в возможности расширения области применения легких стальных тонкостенных конструкций в большепролетных конструкциях: например, в покрытиях пролетом 18 м и более (рамы, фермы). Однако болтовые соединения обладают податливостью, которая оказывает влияние на напряженно-деформированное состояние конструкции в целом.

Установлено, что *критерием предельного состояния* для болтовых соединений тонкостенных профилей являются *деформации смятия элементов в соединении*. Согласно исследованиям российских ученых, можно увеличить несущую способность болтовых соединений из тонкостенных холодногнутых профилей, используя в местах приложения сосредоточенных усилий дополнительные соединительные элементы толщиной 4–6 мм (рис. 8.22).

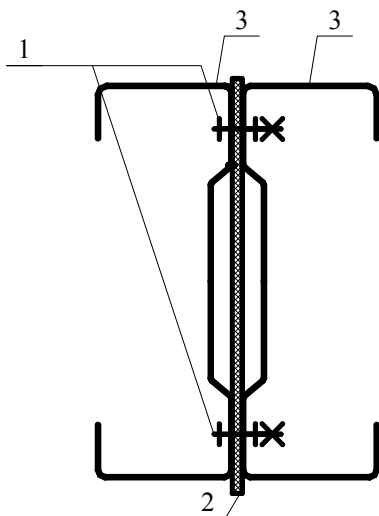


Рис. 8.22. Болтовое соединение тонкостенных холодногнутых профилей:

1 – болт; 2 – соединительная прокладка; 3 – С-образный профиль ЛСТК

Наряду с болтовыми и винтовыми соединениями, ведутся работы по применению *клеевых соединений*, которые следует считать наиболее перспективными.

Метод соединения металлических элементов склеиванием по сравнению с другими методами соединения позволяет обеспечить:

- равномерное распределение напряжений в соединении;
- снижение массы элементов вследствие уменьшения количества фасонки и накладных деталей;
- полную защиту от коррозии прилегающих друг к другу плоскостей;
- возможность соединения стали с другими конструктивными материалами.

Клей, применяемый для соединения металлических конструкций, должен:

- обеспечить достаточную динамическую и статическую прочность соединений при температуре от -50 до $+100$ °С;

- быть стойким против воздействия окружающей среды, различных химических агентов;

- быть безопасным для человеческого организма в процессе эксплуатации конструкций, изготовленных с его применением.

На сегодня применение клеевых соединений ограничивают следующие недостатки: большие затраты, связанные с подготовкой по-

верхности соединяемых элементов для склеивания (по сравнению с другими методами соединений); значительное снижение прочностных клеевых соединений при пожаре.

Основным несущим элементом межэтажных перекрытий являются балки, которые выполняются из легких стальных тонкостенных оцинкованных профилей без перфорации. Стандартная ширина сечения профиля составляет 15, 20, 25 и 30 см с толщиной 2–3 мм. По российским стандартам шаг установки балок перекрытия равен 60 см; по европейским стандартам шаг установки равен 35 см. Несущие балки опираются на продольные и поперечные несущие стены. По балкам устанавливаются несущие конструкции межэтажных перекрытий, выполненные в виде ферм из оцинкованного С-профиля толщиной 2–3 мм и высотой 150–300 мм.

По фермам укладывается профилированный лист с направлением профиля перпендикулярно фермам. Профилированный стальной лист распределяет вертикальные нагрузки, создает жесткий диск перекрытия и выполняет роль опалубки для устройства стяжки под основания пола.

Стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора толщиной 50–70 мм, с армированием стальной сеткой.

Звукоизоляционный материал укладывается в полость между фермами.

Межэтажное перекрытие представляет собой фермы 300 мм высотой. По фермам укладывается профилированный лист с направлением профиля перпендикулярно фермам. Профилированный стальной лист распределяет вертикальные нагрузки, создает жесткий диск перекрытия и служит опалубкой при устройстве стяжки под основания пола. Стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора, толщиной слоя 50–70 мм, с армированием стальной сеткой.

Звукоизоляционный материал укладывается в полость между фермами. Предусматривается два варианта заполнения перекрытий: легким пенобетоном либо плитным негорючим утеплителем.

Для прокладки коммуникаций и вентиляции в стенках профиля выполняются технологические отверстия диаметром 120 мм.

Конструкция междуэтажного перекрытия приведена на рис. 8.23.

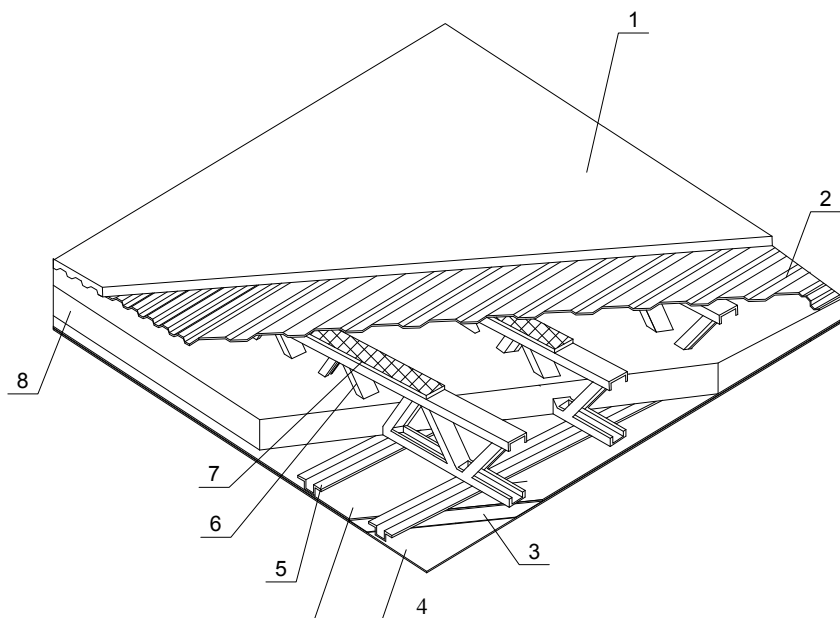


Рис. 8.23. Конструктивное решение междуэтажного перекрытия в зданиях из ЛСТК:
 1 – цементно-песчаная армированная стяжка; 2 – профилированный лист;
 3 – пароизоляция; 4 – ГКЛ; 5 – ригель шляпного профиля; 6 – ферма перекрытия
 из С-образного профиля ЛСТК; 7 – демпферная лента;
 8 – звукоизоляционный материал

Стены зданий по технологии ЛСТК представляют собой каркасную панель с утеплителем и двусторонней облицовкой.

Каркас стен ЛСТК состоит из стоечных профилей (термопрофилей во внешних стенах), установленных с шагом 600 мм, сверху и снизу закрепленных в направляющих профилях. Стоечные профили имеют С-образное сечение, а направляющие – П-образное сечение. Сборка стеновых панелей осуществляется на ровной горизонтальной поверхности. Сначала профили раскладываются согласно чертежам собираемой панели и маркировке нанесенной на профили, затем с помощью шуруповерта соединяют саморезами 42×16 мм. После проверки контрольных размеров стеновая панель по диагоналям скрепляется монтажной стальной лентой.

Монтажная лента крепится саморезами в каждый пересекаемый ею профиль. Применение стальной монтажной ленты обеспечивает

проектную геометрию стеновой панели в процессе установки. Далее собранный металлокаркас стеновой панели устанавливается в предусмотренное проектом место.

В качестве наружной отделки стеновых панелей применяют: облицовочный кирпич, сайдинг, камень, сталь. Устройство вентиляционного зазора между каркасом здания и его отделкой способствует удалению влаги из стен, что защищает стальные панели от скопления конденсата и коррозии.

Высокая технологичность возведения зданий из ЛСТК, малая масса монтируемых конструктивных элементов, отсутствие в технологии так называемых «мокрых» процессов (отделочные работы) позволяют рекомендовать ЛСТК *при реконструкции и реставрации зданий и сооружений* (рис. 8.24).



Рис. 8.24. Реконструкция (надстройка этажей) здания с применением ЛСТК

Технология монтажа металлического каркаса из ЛСТК при реконструкции зданий аналогична возведению новых зданий.

После установки каркаса стен в проектное положение его обшивают негорючими листовыми материалами изнутри и снаружи, а затем утепляют. Рекомендуется применять теплоизоляционный материал плотностью менее 35 кг/м^3 , чтобы утеплитель не давал усадку в процессе эксплуатации.

С использованием каркасной технологии ЛСТК существенно упрощается технология замены совмещенных крыш на скатные. В данном случае устройство новой скатной крыши выполняется до демонтажа существующей. Это позволяет существенно упростить и ускорить производство работ, так как проведение мероприятий по защите эксплуатируемых помещений от протечек от атмосферных осадков во время производство работ не требуется.

8.4. Структурные конструкции покрытий

Структурные конструкции (далее – структуры) – это плоские сетчатые системы регулярного строения. Выполняют их из большого числа однотипных относительно небольших металлических элементов, унифицированных по форме и размерам. Структуры образуют из различных систем перекрестных металлических ферм. Фермы в структуре могут быть расположены вертикально и наклонно. При этом каждая продольная ферма поддерживается поперечными.

Структурные конструкции по сравнению с традиционными конструкциями имеют ряд преимуществ: занимают небольшой объем в сооружении – $1/15 - 1/20$ пролета по высоте (в традиционных конструкциях – $1/8 - 1/10$ пролета); имеют небольшую массу; обеспечивают блочный и крупноблочный монтаж покрытий с применением укрупнительной сборки на конвейере; могут изготавливаться на поточных автоматизированных линиях (часто состоят из одного типа стержня и одного узла); сборка не требует высокой квалификации; имеют компактную упаковку; обладают эстетическими качествами.

Основной недостаток структур – большой объем ручного труда при их укрупнительной сборке.

Для производственных зданий широко применяются структурные конструкции покрытий типа «Кисловодск» и «ЦНИИСК» («Москва»).

Пространственно-решетчатые конструкции покрытий типа «Кисловодск» изготавливают по типовой серии 1.466-2. Здания с покрытием типа «Кисловодск» могут быть одно- и многопролетные, без перепадов высот, бесфонарные (допускается применение зенитных фонарей), бескрановые.

Здания имеют высоту до низа структурной плиты 4,8; 6; 7,2 и 8,4 м. В зданиях высотой 6; 7,1 и 8,4 м возможна установка подвесных кранов грузоподъемностью 2 т. Покрытия состоят из секций разме-

ром в плане 30×30 м и сетки колонн 18×18 м (рис. 8.25, а). Колонны жестко закреплены к фундаментам. Высота секций – 2,12 м.

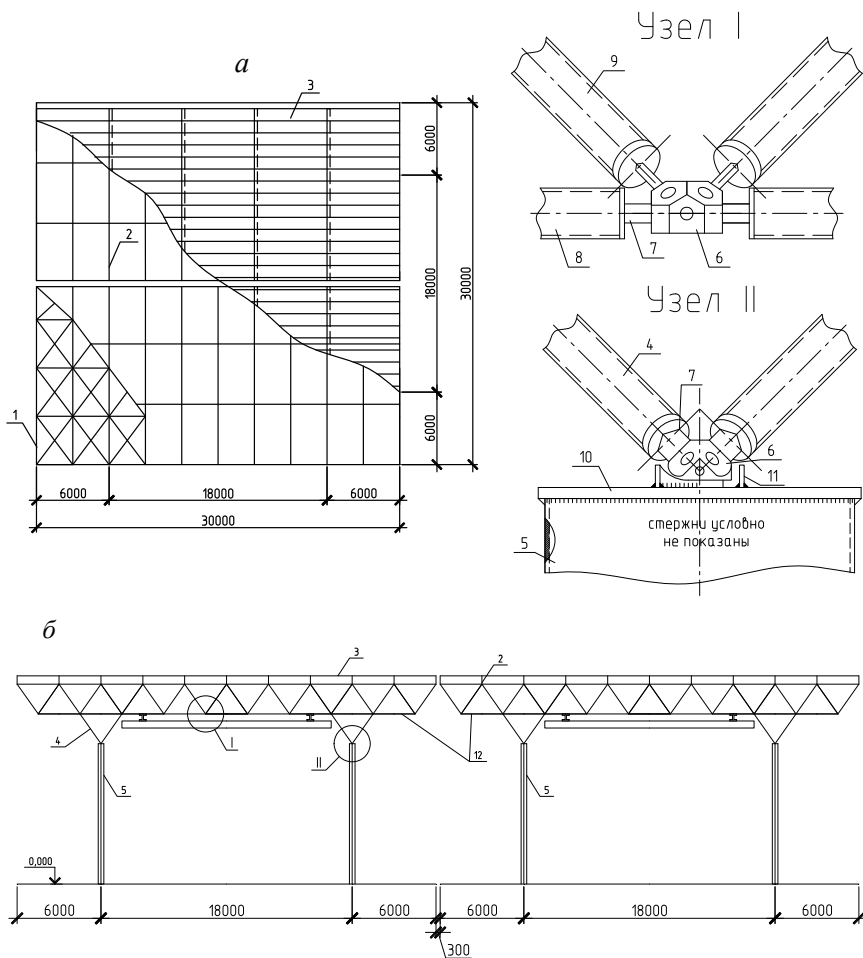


Рис. 8.25. Конструктивная схема структурного покрытия типа «Кисловодск»:
 а – план структурного покрытия; б – поперечный разрез;
 узел I – нижний промежуточный узел; узел II – узел опорной капители;
 1 – структурная плита; 2 – прогон; 3 – профилированный настил; 4 – подкос капители;
 5 – колонна; 6 – узловой элемент (коннектор); 7 – стержень с резьбой;
 8 – элемент нижнего пояса; 9 – раскос; 10 – опорная плита;
 11 – ограничитель из уголка; 12 – консольный участок

Для покрытия характерно наличие консольных участков пролетом 6 м (рис. 8.25, б). Вследствие этого, сетка колонн в зданиях не постоянная. Основные размеры шага колонн сочетаются с промежуточными ячейками размером 12×12 м, а крайние ряды колонн отстоят от стен по всему периметру здания на 6 м.

Таким образом, по периметру расположены только стойки фахверка, шаг которых принят равным 6 м. Секция опирается на колонны с помощью капителей, выполненных в виде пирамид.

Стержни структурной плиты изготовлены из стальных труб. Все стержни одной стержневой системы имеют одинаковую номинальную длину. По концам они крепятся путем ввинчивания в специальные полусферические элементы – *коннекторы* (пространственные фасонки в виде разрезанных пополам или целых многогранников, имеющих отверстия с резьбой). По верхним узлам пространственной решетчатой стержневой системы устанавливаются прогоны из швеллеров, к которым крепится стальной профилированный настил покрытия.

Структурные конструкции покрытий из прокатных профилей типа «ЦНИИСК» изготавливают по типовой серии 1.460-6/81.

Конструкции блоков предусматривают регулярную сетку колонн и имеют размеры в плане 12×18 и 12×24 м. Высота до низа конструкций от 4,8 до 18 м. Здания могут быть одно- и многопролетные; как одинаковой высоты, так и с перепадом высот. Шаг колонн для средних и крайних рядов принимают равным 12 м. В блоках покрытия можно устанавливать зенитные и П-образные светоаэрационные фонари.

Конструкции блоков могут применяться для бескрановых зданий и для зданий, оборудованных подвесными до 5 т или мостовыми до 50 т – кранами легкого и среднего режима работы. Конструкция блока покрытия представляет собой пространственно-стержневую систему с ортогональной сеткой поясов, опирающуюся на колонны по четырем углам в уровне верхних поясов (рис. 8.26).

Структурный блок представляет собой складчатую конструкцию из комбинации продольных наклонных ферм, опираемых на наклонные торцевые (подстропильные) фермы. Сечения элементов стержней выполнены из прокатных уголков, верхних поясов – из двутавровых балок. Соединения элементов выполнены на фасонках с применением стандартных болтов нормальной точности диаметром 20 мм. Конструкция торцевых ферм пролетом 12 м цельносварная.

Каждый пространственный блок собирается из отдельных стержней и двух сварных торцевых ферм. Крепление стального профилированного настила производится непосредственно к верхним поясам продольных ферм (без прогонов). Профилированный настил обеспечивает жесткость блока, поэтому подъем блоков без установленного и закрепленного настила не допускается. В каркасе здания с покрытием типа «ЦНИИСК» колонны жестко закреплены в фундаментах и соединены со структурными блоками шарнирно, стойки фахверка шарнирно опираются на фундаменты и на структурный блок.

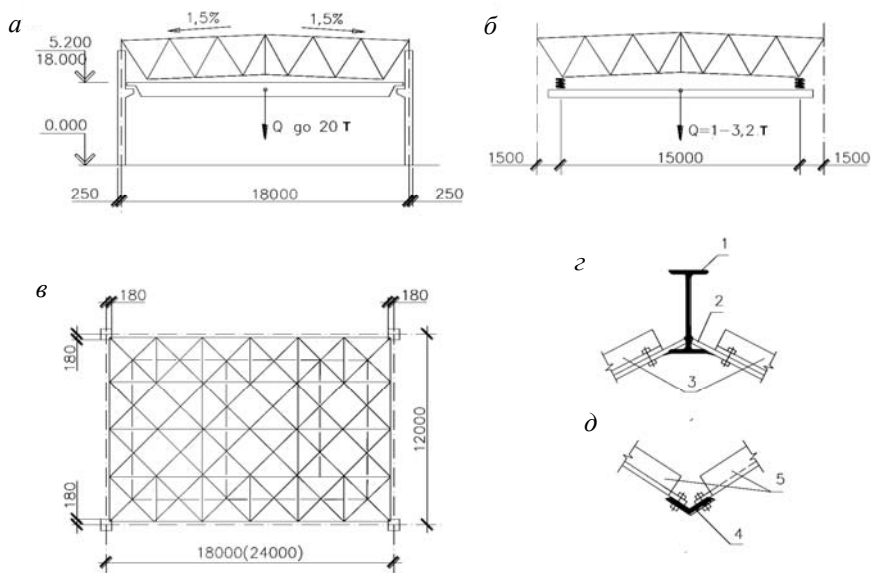


Рис. 8.26. Конструктивная схема структурного покрытия типа «ЦНИИСК»:
a, б – поперечный разрез для зданий с мостовым и подвесным кранами;
в – план покрытия; *г, д* – узлы соответственно верхнего и нижнего поясов;
1 – прогон; *2* – узловые фасонки; *3* – наклонные элементы;
4 – элемент нижнего пояса

Основным преимуществом этих конструкций покрытий является то, что они изготавливаются из широко применяемых (недефицитных) прокатных профилей. Эти покрытия имеют более низкие затраты на изготовление и меньшую стоимость 1 м^2 покрытия в «деле»,

а также большой диапазон применения (нагрузка достигает 600 МПа). Кроме того, меньшее число монтажных элементов покрытия позволяет применить на укрупнительной сборке краны малой грузоподъемности (например, автокраны грузоподъемностью 3–5 т). Однако эти структуры также достаточно трудоемки в монтаже, требуют большого объема ручного труда; количество монтажных элементов остается значительным, требуется постановка большого числа болтов при укрупнительной сборке блоков.

Технология монтажа структурных покрытий. Монтаж структурных покрытий может осуществляться следующими способами: *полностью собранными на земле покрытиями, укрупненными блоками, сборкой на проектной отметке на подмостях, навесной сборкой.*

В основном сборка структурной конструкции производится вручную. Для монтажа большепролетных конструкций используются краны малой и средней грузоподъемности. Степень строительной готовности собранного покрытия определяется грузоподъемностью крана. При наличии механизмов достаточной грузоподъемности возможна сборка структуры с элементами кровли (профнастил).

Монтаж структурного покрытия, полностью собранного на земле эффективно выполнять для покрытий площадью до 1000 м².

Суть этого способа монтажа состоит в следующем. На строительную площадку структуры поставляются в виде плит, имеющих высоту 2–2,5 м и размеры в плане, вписывающиеся в габаритные размеры транспортного средства. Затем, непосредственно у места монтажа структурного покрытия, выполняется его укрупнительная сборка на временных монтажных опорах высотой 1,2 м (рис. 8.27, а). Собранный структурную конструкцию с помощью самоходных кранов поднимают над временными монтажными опорами на 100–200 мм и оставляют на 30 минут в таком положении для проверки прочности подвесок и надежности узлов, а также упругой осадки всей системы. В подвешенном состоянии конструкцию обустраивают опорами капителей, системой вентиляции, осветительным оборудованием и др. Затем полностью собранное покрытие поднимают на 0,5 м выше опорных частей колонн и устанавливают в проектное положение. После закрепления смонтированного покрытия с опорными элементами колонн на сварке выполняют расстроповку конструкции.

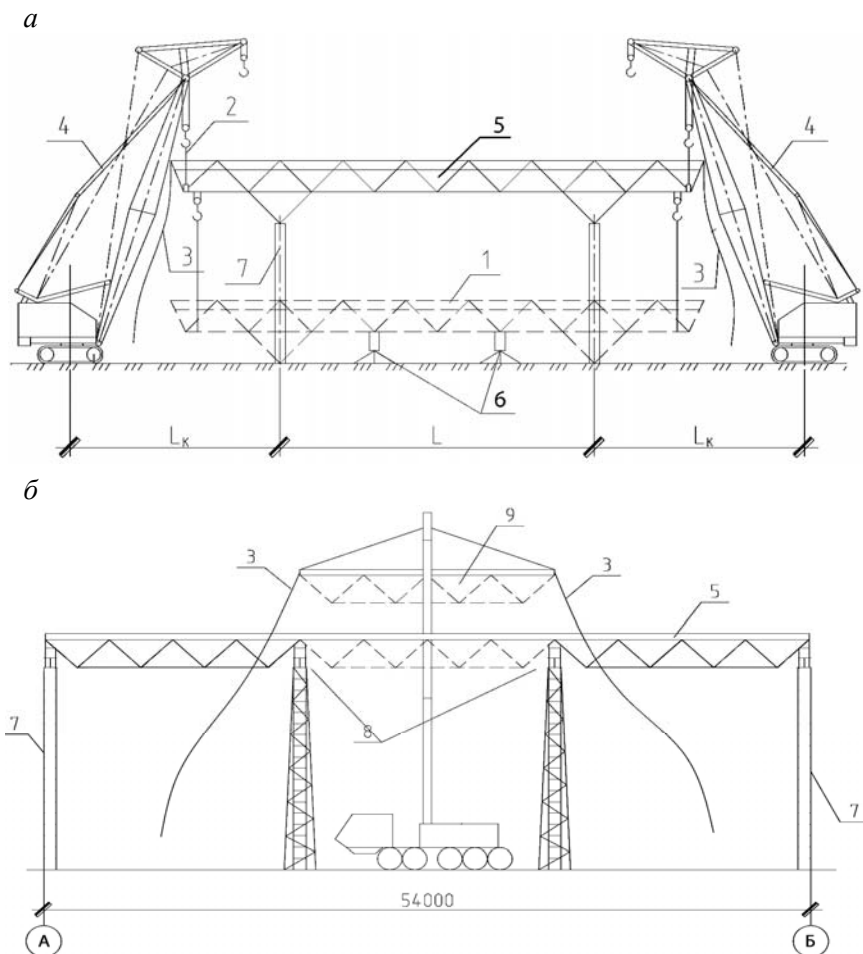


Рис. 8.27. Технологические схемы монтажа структурных покрытий:
a – полностью собранными на земле покрытиями; *б* – блоками;
 1 – собранная на земле структурная конструкция; 2 – стропы; 3 – оттяжки;
 4 – гусеничные краны; 5 – установленный блок структурного покрытия;
 6 – временная металлическая опора; 7 – колонна; 8 – временные
 передвижные опоры с монтажными площадками;
 9 – монтируемый структурный блок покрытия

Монтаж структурного покрытия укрупненными блоками.
 Для этого устраиваются посты (стоянки) конвейерной линии, на
 226

которых производится сборка структурной плиты, монтаж технологического оборудования и технических трубопроводов (между нижними и верхними поясами структуры), укладка кровельного настила и утеплителя.

Начинают сборку блока с установки торцовых ферм, потом устанавливают элементы нижнего пояса, затем – верхнего. Далее прикрепляют наклонные элементы, примыкающие к нижним и верхним поясам. Болтовые соединения выполняют с применением гайковерта с моментом закручивания 196 Н·м.

Стальной настил укладывают после сборки и выверки конструкций блока. Профилированный настил обеспечивает жесткость блока, поэтому подъем блоков без установленного и закрепленного настила не допускается. Собранные на постах блоки покрытия монтируются самоходными кранами. Схемы движения кранов и последовательность установки блоков может быть различной. Например, гусеничный кран, передвигаясь поперек здания, поочередно монтирует блоки в смежных пролетах. В этом случае укрупненные блоки в рабочую зону крана подают на стендовых тележках.

При схеме монтажа блоков по пролетам каждый блок монтируют на заранее установленной позиции. В этом случае их устанавливают непосредственно у мест монтажа. Следует отметить, что стыковка поднятого блока с уже смонтированной конструкцией отдельными стержнями, как правило, не вызывает трудностей. Строповку блоков осуществляют в узлах их опирания – четырех узловых точках. Для закрепления захватных устройств (траверс) в опорных узлах монтируемого блока имеются фасонки с отверстиями.

Монтаж структурных покрытий на подмостях. На монтажную площадку структурная конструкция поставляется отдельными стержневыми и узловыми элементами и крепежом. На отметке верха колонн монтируется рабочий настил подмостей. Поэлементная сборка структуры осуществляется на подмостях на отметке верха колонн. Монтаж структуры выполняется захватками, кратными шагу колонн. По завершению монтажа структурного покрытия на захватке подмости перемещают на новую захватку.

Монтаж структурных покрытий методом полунавесной сборки. При таком методе монтажа рекомендуется принять следующую последовательность технологических операций.

На земле у места установки структуры на временных монтажных опорах высотой 1,2 м выполняется укрупнительная сборка отдельных структурных блоков (конструктивных элементов) покрытия. Затем с помощью самоходного крана структурный блок покрытия устанавливается на колонны и временные передвижные опоры с монтажными площадками (рис. 8.27, б). Растроповка конструкции выполняется по завершении устройства соединительных стыков элементов монтируемого блока с установленными ранее.

При перекрытии зданий структурными блоками рекомендуется организовать поточное выполнение следующих технологических циклов:

- установку и выверку временных опор;
- подъем и установку на временные опоры структурных блоков;
- сварку стыков;
- раскружаливание и перемещение временных опор к следующим осям здания.

Предложен также метод устройства структурных покрытий из складывающихся блоков, при котором доставленный на строительную площадку компактный блок растягивается на земле с помощью лебедок и диагональных растяжек в структурную плиту, которая затем устанавливается кранами в проектное положение. Однако широкого применения на практике этот метод не нашел.

8.5. Купольные покрытия зданий и сооружений

По конструктивному решению купольные покрытия подразделяются на *ребристые* и *сетчатые*.

Технология производства работ

Сетчатые купола из-за разнообразия их конструктивных решений не имеют установившихся схем монтажа.

Ребристые купола могут собираться: поэлементно, предварительно укрупненными блоками, навесным способом или устанавливаться в целом виде. В качестве временных опор при монтаже ребристых куполов могут использоваться мачты, башни кранов или опоры с радиально-поворотным устройством.

Чаще всего несущую конструкцию купола собирают из предварительно укрупненных на сборочном стенде конструктивных элементов.

Монтаж купола выполняют с помощью центральной мачты с опорным кольцом сверху (рис. 8.28, а). До начала установки центральной мачты в проектное положение осуществляют ее сборку на земле, оснащают подмостями и монтажными приспособлениями. Собранный мачту поднимают одним или двумя самоходными кранами, выверяют и раскрепляют стальными канатами. После этого устанавливают верхнее опорное кольцо. Укрупненные на земле ребра купола монтируют попарно с двух диаметрально противоположных сторон, опираясь внизу на опорную коробчатую балку, а сверху – на опорное кольцо. Между собой ребра соединяют кольцевыми прогонами.

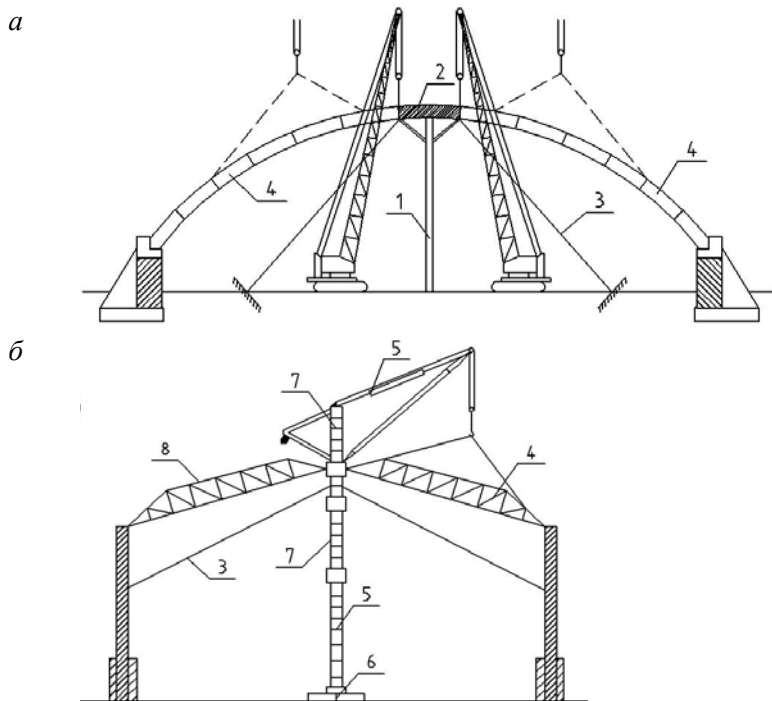


Рис. 8.28. Монтаж куполов с использованием центральной опоры:

а – мачты с опорным кольцом; *б* – кран-мачты;

- 1 – центральная мачта с опорным кольцом; 2 – опорное кольцо; 3 – оттяжка;
 4 – монтируемый конструктивный блок купольного покрытия; 5 – кран-мачта;
 6 – опорная часть кран-мачты, регулируемая с помощью клиньев;
 7 – демонтируемая часть кран-мачты; 8 – смонтированный блок купольного покрытия

Пологие купола рекомендуется возводить с помощью кран-мачт (рис. 8.28, б), используя их в качестве временных центральных опор. После установки и закрепления ребер ослабляют клинья в опорной клетке под основанием мачты и производят раскружаливание установленных конструкций. После окончания работ мачту демонтируют, для чего разрезают ее ниже и выше верхнего кольца купола. Обе отрезанные части увозят, а оставшаяся вваренная в опорное кольцо часть остается составным элементом в конструкции купола.

Когда используют центральную башню и радиально-поворотное устройство в качестве опоры, работы начинают с устройства монолитного основания под башню и кольцевых рельсовых путей, размещаемых на металлической эстакаде вокруг купола. Отдельные отправочные марки металлических конструкций укрупняют в складки стреловыми кранами в зоне действия радиально-поворотного устройства, затем поднимают их в наклонном положении, соответствующем их проектному расположению, и после геодезической проверки сваривают.

Консоль купола также укрупняется из отдельных элементов, поднимается в проектное положение радиально-поворотным устройством и закрепляется болтами и сваркой.

Метод подъема купола в целом виде очень сложен и поэтому широкого распространения в практике строительства не нашел.

Поэлементный монтаж. Основой метода поэлементного монтажа купола, как и для всех ранее рассмотренных методов монтажа куполов, является наличие двух опор для закрепления несущих ребер. Одна из таких опор, как правило, – центральная мачта с опорным кольцом сверху либо кран-мачта.

Технология поэлементного монтажа купола делится на два этапа:

этап I – монтаж опорных конструкций купола (несущих ребер);

этап II – монтаж конструкции покрытия (прогоны, профнастил и др.).

Монтаж собранных на земле конструкций купола (несущие ребра) выполняется самоходными кранами. Монтаж конструкции покрытия (прогоны, профнастил и др.) производится с подвижных площадок, которые опираются на верхнее кольцо купола и кольцо наружного контура.

Монтажные работы при такой схеме производства работ достаточно трудоемки, так как связаны с большим объемом работ на высоте.

8.6. Вантовые покрытия

Монтаж вантовых покрытий состоит из следующих операций:

- монтаж колонн наружного диаметра;
- монтаж наружного опорного кольца;
- установка средней стойки с домкратами;
- установка центральных опорных колец;
- изготовление вант;
- монтаж вантовых полуферм;
- первоначальное натяжение полуферм;
- монтаж панелей покрытия с заделкой стыков;
- рабочее натяжение вантовой системы;
- окончательное замоноличивание плит покрытия.

Обычно монтаж колонн наружного диаметра осуществляют безвыверочным методом. После монтажа колонн возводят наружное опорное железобетонное кольцо. Сборное железобетонное кольцо опирается на консоли всех металлических колонн (рис. 8.29). Арматуру стыков элементов кольца сваривают ванной сваркой, после чего стыки замоноличивают. Кольцо монтируют из отдельных железобетонных элементов длиной 6 м и сечением $2,80 \times 0,62$ м. Элементы кольца устанавливают и закрепляют на стальных консолях колонн.

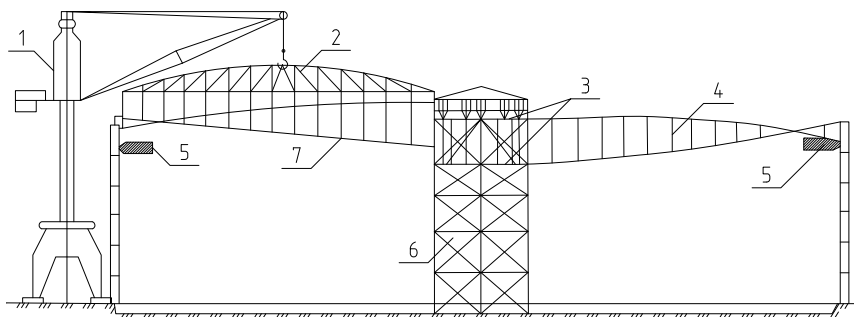


Рис. 8.29. Технологическая схема монтажа покрытия вантовыми фермами:
1 – башенный кран; 2 – траверса; 3 – постоянная цилиндрическая опора из двух колец и стоек; 4 – установленная вантовая ферма; 5 – опорное железобетонное кольцо; 6 – временная монтажная опора; 7 – монтируемая вантовая ферма

Далее осуществляют крановый монтаж специально изготовленной центральной монтажной башни со стальной решетчатой конст-

рукцией (см. рис. 8.29). На этой башне монтируются два центральных опорных металлических кольца. Для освобождения опор башни после монтажа покрытия используют установленные на ней под каждое кольцо домкраты. На центральной опоре устроена площадка между кольцами, на которой сосредоточены все устройства и оборудование для натяжения вантовой системы.

При возведении вантового покрытия применяют способ сборки полуферм на нулевой отметке. Полуфермы собирают на сборочной площадке и монтируют целиком башенным краном.

Стойки в конструкции полуфермы устанавливают с таким расчетом, чтобы после предварительного натяжения системы они заняли строго вертикальное положение. Собранную таким образом полуферму при помощи специальной траверсы краном устанавливают в проектное положение. При этом вначале закрепляют на внешнем контуре с помощью цилиндрического шарнира стабилизирующий трос, а затем – несущий. Анкерный стакан несущего троса вместе с заблаговременно надетыми сферическими шайбами заводят сверху в специальное гнездо вверху колонны.

В нижнем опорном кольце на центральной монтажной башне закрепляют противоположный конец несущего троса и с помощью последнего закрепляют второй конец стабилизирующего троса. Этот трос со стороны внутреннего кольца имеет удлинитель – стальной стержень с нарезкой, что позволяет первоначально закрепить трос на кольце гайкой через сферические шайбы, что разрешает свободно навесить все полуфермы покрытия.

После установки и закрепления всех полуферм натягивают рабочие и стабилизирующие канаты на первоначальное усилие. Одновременно натягивают четыре полуфермы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

После предварительного натяжения тросов ферм центральные стальные кольца вантовой системы при помощи домкратов раскружались, а временная опорная башня демонтируется.

Затем монтируют кровельный настил. Покрытие разбивают на четыре равных сектора, в которых одновременно осуществляется монтаж покрытия с укладкой элементов в рациональном направлении. Плиты покрытия укладывают на канаты от нижней отметки к верхней с равномерным загрузением вантовой системы и соединяют между собой, в швы укладывают арматуру.

До замоноличивания швов кровельного настила выполняют рабчее натяжение вант гидравлическими домкратами. Натягивают вант только с одной стороны (обычно со стороны наружного опорного кольца).

Применение вантовых ферм с пересекающимися тросами (несущими и стабилизирующими) уменьшает строительный объем здания. Конструктивное решение обеспечивает выполнение большинства работ по сборке вантовых ферм на нулевых отметках, что значительно снижает трудоемкость работ. Конструктивное решение фермы и траверсы позволяет упростить монтаж, так как закрепление тросов на опорах сводится к простым технологическим операциям.

8.7. Сооружения из листовой стали

Конструкции многих промышленных сооружений (доменные печи, воздухонагреватели, газгольдеры, резервуары, бункера, силосы и др.) выполняют из листовой стали толщиной от 3 до 45 мм.

Монтаж сооружений из листовых конструкций осуществляется следующими способами:

отдельными листами (полистовой метод);

предварительно укрупненными поясами или блоками (из нескольких заготовок или поясов);

разворачиванием рулонных заготовок (сваренных на заводах полотниц из листов толщиной до 6 мм), свернутых в рулон и имеющих габарит, допускающий транспортирование;

подъемом целиком предварительно собранных в горизонтальном положении сооружений.

Полистовой метод монтажа выполняется в следующей технологической последовательности: *разметка; раскрой листов; правка, а иногда и вальцовка листов; сборка и сварка заготовок (полотниц), сборка конструкции из заготовок с прихваткой, сварка стыков.*

Этот метод применяется для возведения крупных вертикальных цилиндрических резервуаров емкостью более 50 тыс. м³, а также при строительстве доменных печей.

Перед монтажом резервуара устраивается песчаное основание, диаметр которого на 1,5 м больше диаметра днища. Для отвода атмосферных осадков основание устраивают на 0,4–0,5 м выше

уровня земли с откосами по краям. Основание принимают по акту с проверкой правильности разбивки осей; наличия обозначенного центра основания (в центре должен быть забит знак из трубы – 40 мм на глубину 500–600 мм); соответствия уклона основания проекту; обеспечения отвода поверхностных вод от основания; соответствия толщин и технологического состава гидроизолирующего слоя проектному.

Монтаж цилиндрических вертикальных резервуаров начинают со сборки днища. На специально оборудованной площадке выполняется изготовление полотнищ днища – сварка отдельных заводских заготовок по узкой кромке встык. Затем изготовленные полотнища днища с помощью автомобильного крана укладывают на предварительно подготовленное основание резервуара.

Сборку днища ведут от середины к краям резервуара. Полотнища стыкуют внахлестку и сваривая двумя швами – верхним сплошным и нижним прерывистым (рис. 8.30, б).

Стенки резервуара собирают из поясов, соединяя их внахлестку, напуская (снаружи) кромку нижнего пояса на верхний и сваривая их с двух сторон (рис. 8.30, а).

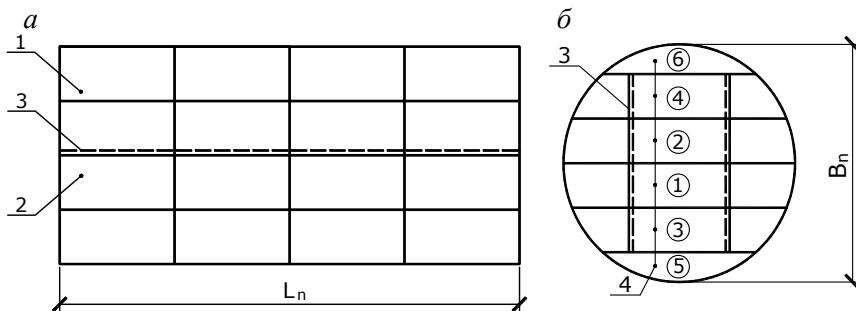


Рис. 8.30. Технологическая схема полистовой сборки элементов резервуара:

а – стенка; б – днища;

①...⑥ – последовательность сборки днища из полотнищ;

1 – верхний пояс резервуара; 2 – нижний пояс резервуара;

3 – сварное соединение листов; 4 – полотнища днища резервуара

Для сборки нижнего пояса резервуара к днищу приваривают уголки-упоры, на которые в процессе сборки стенки резервуара

поджимают и временно крепят отдельные пояса. При производстве сборочных и сварочных работ на высоте пользуются подвесными подмостями, прикрепляемыми непосредственно к стенкам резервуара. Листы и заготовки в процессе монтажа подают мачтовыми стационарными или самоходными стреловыми кранами малой грузоподъемности.

Полистовую сборку в процессе укрупнения осуществляют на специальных стендах, оборудованных фиксаторами. При сборке поясов и кольцевых блоков для обеспечения точного совпадения элементов в стыке между блоками нижний пояс последующего блока собирают на верхнем поясе ранее собранного.

Монтаж предварительно укрупненными блоками начинают со сборки днища из заранее сваренных полотнищ. Технология устройства днища резервуара аналогична технологии, использующейся при возведении резервуаров методом полистовой сборки.

В дальнейшем монтаж резервуара ведут способом наращивания: устанавливают готовые блоки (пояса) стен резервуара на днище и на ранее смонтированные пояса.

Сборку, укрупнение и сварку конструкций в монтажные блоки выполняют на площадке укрупнительной сборки и сварки, которая оборудована стендами.

Блоки к месту монтажа подаются самоходными кранами. Блоки перед подачей оборудуют навесными подмостями, а вдоль верхней кромки устанавливают фиксаторы. Строповку блоков осуществляют траверсами с тремя и более захватами.

Большое значение имеет точность установки поясов, от которой зависит точность сборки всего сооружения. Особое внимание уделяют установке и выверке первого пояса, проверяя геометрию формы пояса по его диаметрам, смещение центра сооружения и каждого устанавливаемого пояса, горизонтальность верхней кромки. При установке поясов их прикрепляют прихваткой. По мере установки поясов сваривают монтажные стыки, не допуская отставания сварочных работ больше чем на два-три пояса. Швы сваривают автоматами или полуавтоматами.

Монтаж конструкций укрупненными монтажными блоками, состоящими по высоте из одного или нескольких поясов, выполняют следующим образом (см. рис. 8.31).

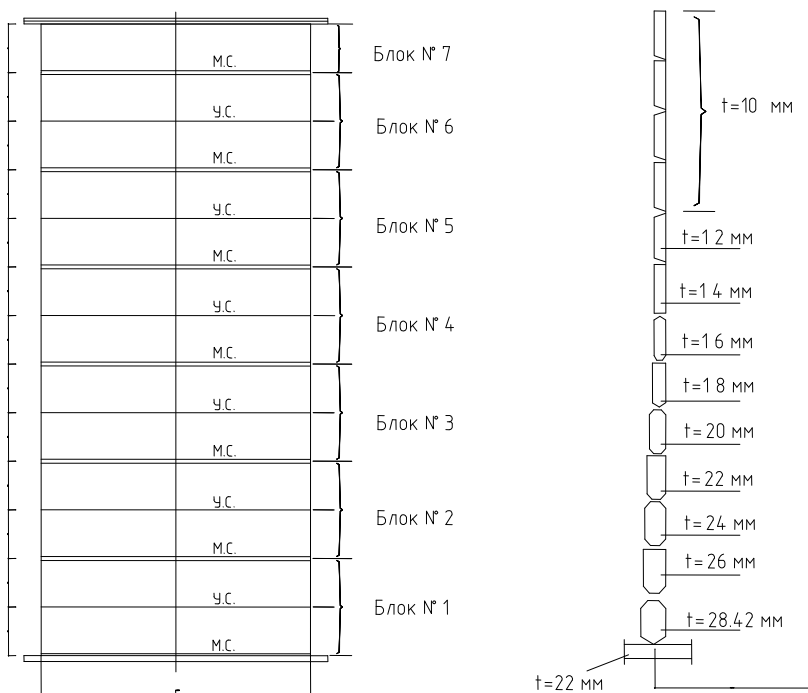


Рис. 8.31. Схема членения корпуса на монтажные блоки:
М.С. – монтажный стык; *У.С.* – укрупненный стык

Сборку элементов корпуса и днища выполняют с помощью сборочных приспособлений, фиксирующих проектные зазоры между кромками. Элементы корпуса до монтажа рекомендуется собирать в пояса и укрупнять в монтажные блоки на площадке укрупнительной сборки и сварки в следующей последовательности.

На стенде для сборки блоков собираются пояса из вальцованных элементов и временно закрепляются между собой с помощью сборочных приспособлений. После выверки собранного пояса с помощью ручной дуговой сварки выполняется соединение смежных элементов пояса; далее аналогично собираются последующие пояса.

Укрупнительную сборку смежных поясов в монтажные блоки производят путем установки краном одного пояса на другой, временно закрепляя их между собой с помощью сборочных приспособлений.

После выполнения ручной дуговой сваркой корня шва между смежными поясами в горизонтальном положении собранный блок

краном устанавливают на стенд автоматической сварки и производят автоматическую сварку всех проектных швов монтажного блока в нижнем положении.

Монтаж днища, состоящего из отдельных листов и окраек, следует начинать с установки кольца окраек и центрального листа днища. Горизонтальное положение окраек и центрального листа днища выверяют с помощью винтовых упоров на каждом элементе кольца окраек и центральном листе днища (рис. 8.32). Элементы окраек следует устанавливать с точностью по высотной отметке +2 мм, центральный лист днища – +3 мм.

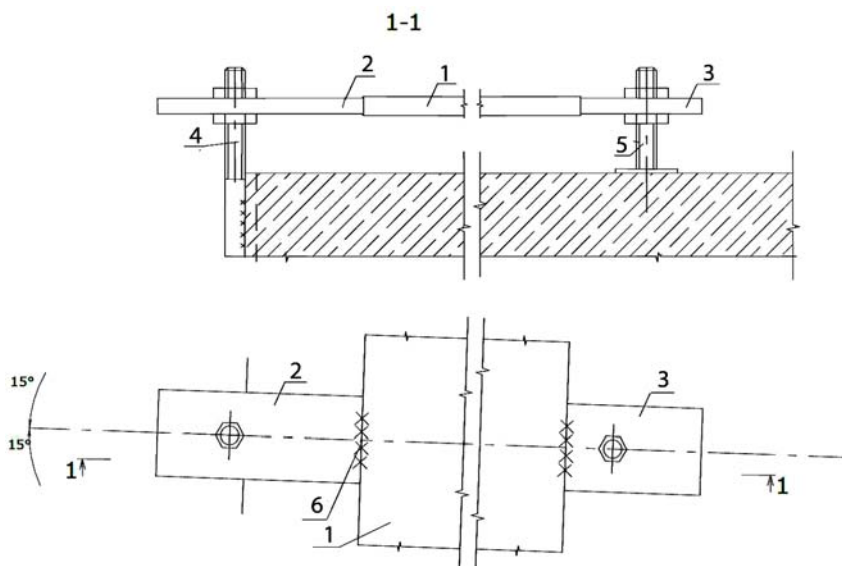


Рис. 8.32. Установка окраек:

1 – крайка; 2, 3 – шайбы; 4, 5 – винтовые упоры; 6 – сварка на монтаже

После окончания сборки кольца окраек, установки центрального листа днища, проверки отсутствия изломов в стыках окраек и соответствия проекту зазоров в этих стыках фиксируется центр монтируемой конструкции – с нанесением оси и отметки на крайках положения наружного радиуса конструкции. Метку, как правило, наносят яркой несмываемой краской.

Сборку и сварку окраек и элементов днища обычно осуществляют в соответствии со специально разработанной технологией после-

довательности сварочных работ. Эта технология должна обеспечить получение минимальных сварочных деформаций.

Кольцевые швы между смежными блоками в проектном положении выполняют ручной дуговой сваркой аналогично сварке резервуаров.

Резервуар, смонтированный предварительно укрупненными поясами или блоками, может иметь следующие допустимые отклонения:

внутренний диаметр на уровне верха и низа каждого пояса (эллиптичность) – не более ± 60 мм;

общая высота корпуса резервуара – не более ± 50 мм;

корпуса от вертикальной оси по всей высоте резервуара – не более 30 мм.

Испытания резервуара смонтированного предварительно укрупненными поясами или блоками. Для проверки прочности, устойчивости и герметичности конструкций должны проводиться прочностные испытания. Каждый резервуар должен быть испытан на прочность и гидростатическую нагрузку наливом воды на полную высоту стенки корпуса.

До начала испытаний должны быть закончены работы по монтажу и контролю качества сварных соединений, оформлена в установленном порядке техническая документация. Гидравлическое испытание проводят при температуре окружающего воздуха $+5$ °С и выше, а температура воды при этом должна быть в пределах 5 – 40 °С. Наполнение следует производить ступенями по поясам с выдержками на каждой ступени, необходимыми для осмотра.

Далее по мере наполнения резервуара водой необходимо следить за состоянием конструкций и сварных швов. При обнаружении течи из-под края днища или появления пятен на поверхности отмоксти необходимо прекратить испытание, слить воду, установить причину течи и устранить ее. Если в процессе испытания будут обнаружены свищи, течи или трещины в стенке корпуса (независимо от величины дефекта), испытание должно быть прекращено и вода слита полностью или до необходимого уровня. Обнаруженные за это время мелкие дефекты (свищи, отпотины) исправляют и вновь проверяют герметичность резервуара.

После этих операций резервуар, залитый до проектной отметки, следует испытывать на гидростатическое давление с выдерживанием не менее 24 ч.

Технология изготовления листовых конструкций *методом рулонирования* создает условия для индустриализации строительства листовых конструкций при минимальных затратах на их изготовление, транспортирование и монтаж. Из рулонированных заготовок монтируют вертикальные цилиндрические резервуары емкостью до 30 тыс. м³, корпуса воздухонагревателей доменных цехов, газольдеры и трубопроводы больших диаметров.

Сущность рулонной технологии изготовления заключается в том, что отдельные листы вертикальной стенки корпуса резервуара *сваривают на заводе-изготовителе в одно полотнище* шириной, равной высоте резервуара, и длиной, соответствующей длине развертки стенки резервуара. Автоматическую сварку полотнища производят на специальном двухъярусном механизированном стане. По мере сварки полотнище резервуара сворачивается в рулон. В такой рулон могут сворачиваться сваренные полотнища вертикальной стенки корпуса резервуара и днища. Сворачивают полотнища на специальный каркас для рулонирования, конструкция которого обеспечивает получение качественной цилиндрической формы рулона и сохранность этой формы при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании.

Более рационально использование в качестве каркаса для рулонирования шахтной лестницы или центральной стойки резервуара. Наружная кромка навернутого полотнища закрепляется к рулону с помощью приваренных удерживающих планок, которые обеспечивают надежную упаковку рулона. Масса рулона в зависимости от объема резервуара может достигать 60–65 т.

Рулонная технология изготовления принята в нашей стране основной при сооружении цилиндрических резервуаров, при котором стенки, днища, центральные части плавающих крыш и понтонов изготавливают и поставляют на монтажную площадку в виде рулонированных полотнищ, а покрытия, короба понтонов и плавающих крыш, кольца жесткости и другие конструкции – укрупненными элементами.

Все резервуары монтируют на песчаном основании, диаметр которого должен быть на 1,4 м больше диаметра днища. Для отвода атмосферных осадков основание устраивают на 0,4–0,5 м выше уровня земли с откосами по краям.

Перед монтажом резервуара его основание принимают по акту с проверкой правильности разбивки осей; наличия обозначенного центра основания (в центре должен быть забит знак из трубы –

40 мм на глубину 500–600 мм); соответствия уклона основания проекту; обеспечения отвода поверхностных вод от основания; соответствия толщин и технологического состава гидроизолирующего слоя проекту; правильности устройства фундамента под шахтную лестницу.

Днища типовых резервуаров любого объема и стенки резервуаров объемом до 30 тыс. м³ изготавливают в виде рулонов. Обычно рулонированные конструкции транспортируются на четырехосных железнодорожных платформах грузоподъемностью 60 т. Разгружают рулоны с железнодорожной платформы с помощью грузоподъемного крана или тракторов. Схема разгрузки тракторами рулона с железнодорожной платформы приведена на рис. 8.33.

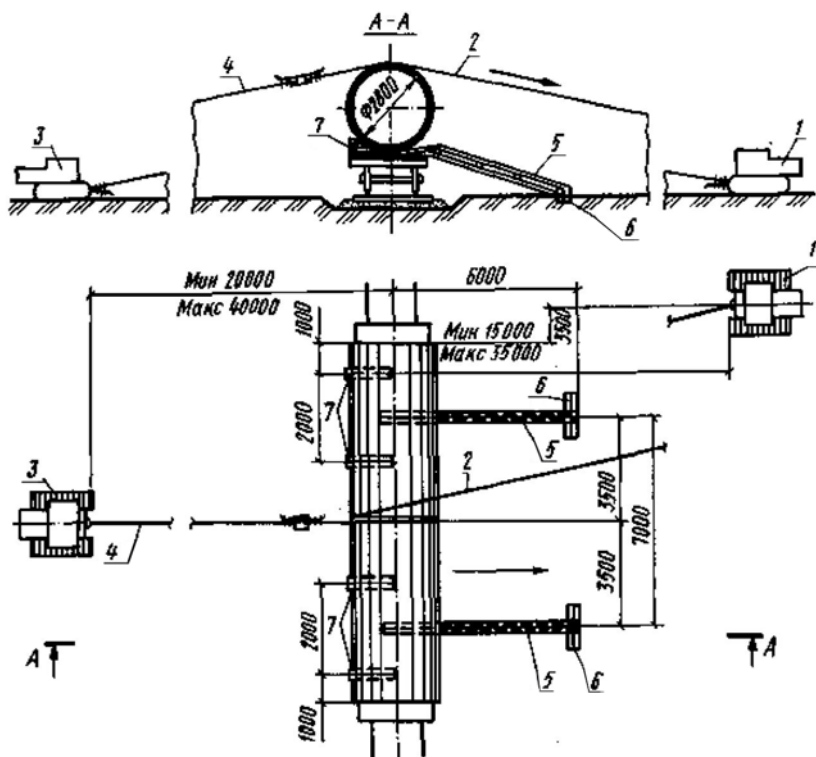


Рис. 8.33. Схема разгрузки рулона с железнодорожной платформы: 1 – тяговый трактор; 2 – тяговая ветвь каната; 3 – тормозной трактор; 4 – тормозная ветвь каната; 5 – разгрузочные балки; 6 – подкладки из полушпала; 7 – деревянный страховочный клин

Транспортировать рулоны с завода-изготовителя на строительную площадку можно и автотранспортом. В этом случае применяются прицепы грузоподъемностью 60 т, оборудованные поворотной седловиной, совместно с двухколесным прицепом – роспуском грузоподъемностью 25 т, а также прицеп с удлиненной платформой или трейлеры.

От места разгрузки к месту монтажа рулоны перевозят автотранспортом. При небольших расстояниях и наличии ровной поверхности возможна перекатка рулона тракторами.

Днища резервуаров объемом до 2000 м³ и диаметром до 12 м полностью сваривают на заводе-изготовителе и сворачивают в рулон, который перекачивают на основание так, чтобы середина рулона располагалась по оси основания. Днища резервуаров большего объема, диаметр которых превышает 12 м и которые по этой причине не могут быть погружены целиком на платформу длиной 13,66 м, выполняют из нескольких частей, укладываемых одна на другую при сворачивании в рулон.

Следующим этапом является *монтаж стенки резервуара*, свернутой в рулон на заводе-изготовителе. При наличии на площадке стрелового крана необходимой грузоподъемности рулон стенки подают на днище резервуара с помощью стрелового крана или лебедкой перекачивают на днище по брускам (из шпал или бревен), скрепленным строительными скобами. Чтобы обеспечить сохранность днища от повреждения и возможность подведения под рулон опорного шарнира для подъема рулона из горизонтального в вертикальное положение, между рулоном и днищем за счет увеличения высоты накаточных путей создают зазор 450–500 мм. Затем на днище укладывают стальной лист – поддон (толщиной 6–8 мм), на который рулон стенки будет опираться после его установки в вертикальное положение. Поддон способствует сохранению сварных швов днища и нижней кромки рулона от повреждения при его разворачивании.

Совместное движение рулона и поддона при разворачивании обеспечивают уголки-ограничители, которые приваривают к поддону по окружности с таким расчетом, чтобы после подъема рулона эти уголки оказались внутри него. Подъем рулона из горизонтального положения в вертикальное осуществляют методом поворота при помощи шевра.

Установленный на поддоне рулон обвязывают петлей из стального каната и с помощью трактора смещают к краю днища в такое

положение, при котором замыкающая кромка с закрепленной на ней стойкой жесткости и лестницей заняла бы свое проектное положение. Для этого на днище после его сварки размечают центр, из которого проводят окружность радиусом, равным наружному радиусу нижнего пояса стенки резервуара. По намеченной окружности равномерно с интервалом около 1 м приваривают уголки, служащие упорами стенки при разворачивании рулона. Далее, не ослабляя петли из каната, пользуясь лестницей, расположенной на стойке жесткости, разрезают кислородной сваркой планки, сдерживающие рулон от раскручивания. Верх стойки предварительно раскрепляют в радиальном направлении двумя расчалками. Плавно ослабляя петлю каната, рулону дают возможность развернуться под действием упругих сил, возникающих при его сворачивании. Свободную наружную кромку рулона прижимают к упорному уголку и прихватывают сваркой к днищу.

Дальнейшее разворачивание производят принудительно. Для этого на высоте 0,5 м от днища к рулону приваривают скобу и закрепляют к ней свободный конец тягового каната от трактора или лебедки. По мере разворачивания стенку рулона прижимают к упорным уголкам и закрепляют прихватками к днищу снаружи и изнутри. Скобу для крепления тягового каната периодически срезают и приваривают на новое место, так как с одной ее установки можно развернуть менее половины длины витка или около 3 м (диаметр рулона 2,8 м).

Во избежание самопроизвольного сворачивания рулона при переносе тягового каната между развернутой частью стенки и наведенной частью рулона вставляют стальной клиновой упор, перемещаемый вручную по днищу.

Одновременно с разворачиванием рулона стенки на ее верхней кромке краном устанавливают элементы кольца жесткости и щиты покрытия, фиксирующие цилиндрическую форму верха резервуара. До установки кольца жесткости устойчивость верхней кромки развернутой части стенки и правильную ее форму обеспечивают с помощью расчалок.

Каждый щит покрытия имеет форму сектора круга и состоит из двух радиальных балок с распорками между ними и приваренного к ним листового настила.

Для монтажа щитов в центре резервуара устанавливают временную (при сферическом покрытии) или постоянную (при плоском

покрытии) опору, наверху которой закрепляют седло круглой формы, называемое короной и предназначенное для опирания вершины каждого щита.

Перед установкой замыкающего щита необходимо вывести из резервуара шахтную лестницу, служившую каркасом последнего рулона стенки. Для этого первоначально срезают уголки-ограничители с поддона и вытаскивают его. Нижнюю замыкающую (свободную) кромку рулона временно прихватывают к днищу и срезают сварные швы, которыми вертикальная кромка рулона была закреплена к стойкам каркаса шахтной лестницы. Освободившуюся лестницу извлекают краном через проем в покрытии. Монтажный стык стенки обычно сваривают внахлестку. Для этого ее нижнюю кромку освобождают от прихватки к днищу и подтягивают к начальной кромке стенки, плотно прижимают их друг к другу по всей высоте с помощью стяжных приспособлений, после чего устанавливают замыкающий щит кровли.

Далее раскружаливают покрытие (только сферическое), вынимают через корону временную опору, укладывают и приваривают центральный щит кровли.

В ходе разворачивания рулонной стенки и щитов покрытия проверяют отклонение стенки от вертикали, которое не должно превышать 90 мм по всей ее высоте. Схема монтажа резервуара из рулонированных полотнищ приведена на рис. 8.34.

Приемочный контроль качества монтажных сварных швов и соединений. В ходе выполнения монтажных работ испытывают на плотность монтажные сварные соединения днища, стенки и кровли. Поскольку доступ к сварным швам днища со стороны основания невозможен, их испытывают на плотность вакуум-аппаратом, представляющим собой металлическую коробку размером $250 \times 350 \times 700$ мм без дна. Верхнюю крышку выполняют из прозрачного материала (армированного или органического стекла) для возможности в ходе испытаний наблюдения за швами. На одной из боковых стенок вакуум-аппарата вваривают штуцер для подключения воздушного рукава к вакуум-наосу. Снизу к стенкам вакуум-аппарата по периметру прикрепляют полоску губчатой резины, обеспечивающей его плотное прилегание к поверхности днища даже в местах нахлесточных соединений. Перед испытанием все швы очищают от грязи, шлака, окалины, а затем обильно смачивают мыльным раствором.

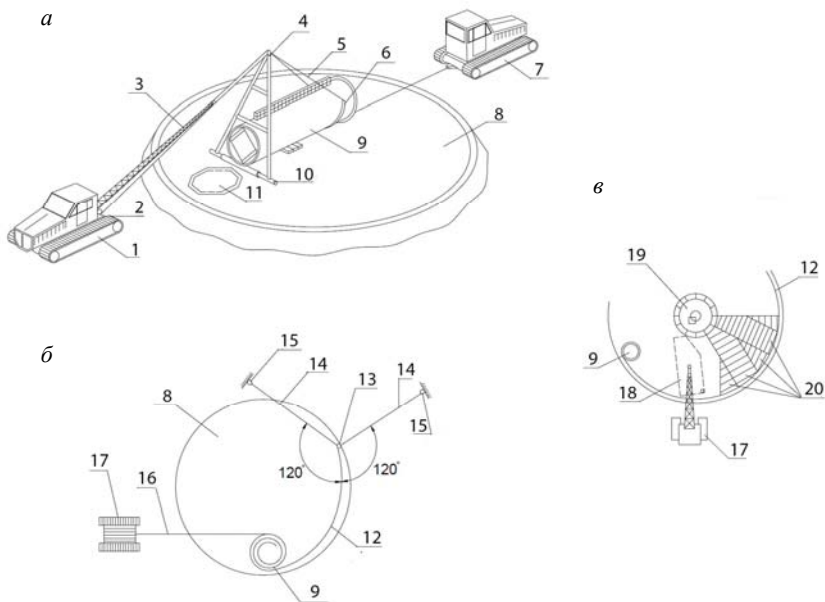


Рис. 8.34. Схема монтажа резервуара из рулонированных полотнищ:
а – подъем рулона; *б* – разворачивание рулона; *в* – монтаж покрытия;
 1, 7 – тракторы; 2 – якорь полиспаста; 3 – полиспаст; 4 – шевр; 5 – тяга;
 6 – строп; 8 – днище; 9 – рулон; 10 – шарнир; 11 – поддон; 12 – развернутая
 часть полотнища стенки; 13 – стойка жесткости с лестницей; 14 – расчалка;
 15 – якорь; 16 – тяговый канат; 17 – монтажный кран; 18 – монтируемый щит
 покрытия; 19 – оголовок центральной стойки; 20 – установленные щиты

Во время испытания внутри аппарата вакуум-насосом создают разрежение в пределах 50–60 гПа.

Вследствие разрежения через имеющиеся в швах неплотности внутрь аппарата начинает проходить воздух, вызывающий образование хорошо заметных мыльных пузырей, по которым и обнаруживают дефектные места. Эти участки сварных швов вырубают, заваривают и вновь испытывают.

Монтажные сварные швы стенки и кровли резервуаров испытывают на плотность (герметичность) керосином. Обладая высокой капиллярностью (большой силой поверхностного натяжения), керосин проникают через мельчайшие зазоры (неплотности). До испытания сварные швы снаружи закрашивают на ширину 100–150 мм меловым раствором. Опрыскивание стыковых швов и введение ке-

росина под нахлестку выполняют с противоположной стороны не менее двух раз с интервалом 10 мин. При наличии в швах дефектов на поверхности, покрытой мелом, появляются хорошо видимые темные пятна керосина. Продолжительность испытания – 4 ч при положительной температуре и 8 ч при отрицательной температуре окружающего воздуха.

Кроме того, замыкающий монтажный шов стенки в местах его пересечения с горизонтальными швами просвечивают проникающими излучениями. Длина каждого снимка должна быть не менее 240 мм. Взамен просвечивания разрешается (при толщине стали 10 мм и более) производить контроль ультразвуком с последующим просвечиванием участков швов с признаками дефектов.

Заключительный этап – гидравлическое испытание с целью проверки плотности соединений и прочности сооружения в целом.

При гидравлическом испытании резервуар постепенно заполняют водой на высоту, предусмотренную проектом, внимательно наблюдая за его осадкой и состоянием сварных соединений. Если в процессе испытаний обнаруживают течь из-под края днища, необходимо воду слить полностью, а при обнаружении трещин в швах стенки воду сливают до уровня, ниже выявленного дефекта. После устранения дефектов испытания продолжают.

Одновременно с гидравлическим испытанием плотность сварных соединений кровли резервуаров проверяют сжатым воздухом. Для этого закрывают все люки кровли, вследствие чего при наполнении резервуара водой давление воздуха внутри него повышается. Сварные швы кровли смачивают мыльным раствором и по местам появления пузырей определяют дефектные участки.

Резервуар считается выдержавшим испытание, если в течение 24 ч после его заполнения водой на поверхности стенки или по краям днища не появятся течи и уровень воды не понизится.

Перед проведением испытаний весь персонал, принимающий в них участие, должен пройти инструктаж. На все время испытаний устанавливают границу опасной зоны с радиусом не менее двух диаметров резервуара, внутри которой не допускается нахождение людей, не связанных с испытанием. Контрольные приборы располагают за пределами опасной зоны или в безопасных укрытиях.

Гидравлическое испытание рекомендуется проводить при температуре наружного воздуха не ниже +5 °С. В ходе испытаний при от-

рицательных температурах наружного воздуха – во избежание замерзания воды в трубах и задвижках, а также обмерзания стенок резервуара – необходим подогрев или непрерывная циркуляция воды.

На резервуар, прошедший испытания, составляют технический паспорт.

8.8. Технология выполнения болтовых и сварных соединений элементов металлических конструкций

Согласно ТКП 45-5.04-41 сборку и закрепление монтажных соединений металлических конструкций рекомендуется выполнять на болтах без контролируемого натяжения и на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением.

Сборка соединений на болтах без контролируемого натяжения

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

Для совмещения отверстий элементов стыка пользуются проходными оправками, диаметр цилиндрической части которых на 0,2 мм меньше диаметра отверстий. Часть отверстий (не менее 10 %) заполняется сборочными пробками (рис. 8.35). Пробки фиксируют взаимное расположение соединяемых элементов от сдвига. После установки сборочных пробок оправки выбивают. Диаметр сборочных пробок должен соответствовать диаметру отверстий.

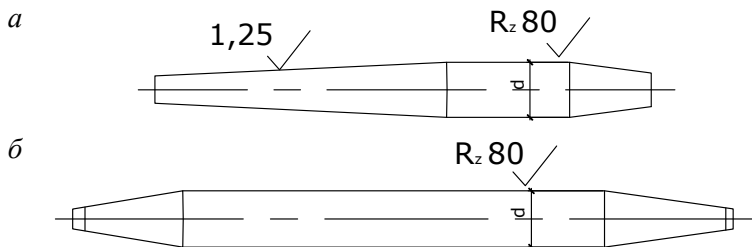


Рис. 8.35. Технологическая оснастка для сборки болтовых соединений:
а – проходная оправка; б – сборочная пробка

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

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.

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

Гайки временных и постоянных болтов без контролируемого натяжения заворачивают ручными коликовыми ключами (рис. 8.36), имеющими с одной стороны зев для гайки, а с другой – коническую часть – колик, который служит оправкой при совмещении отверстий в деталях узла.

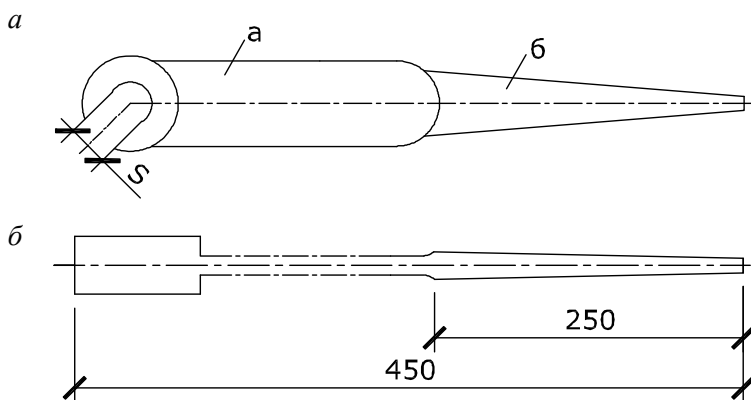


Рис. 8.36. Ключ коликовый монтажный:
a – зев ключа; *б* – колик; *s* – размер под ключ

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

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

Сборка соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением

В соединениях на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением соприкасающиеся поверхности деталей должны быть подготовлены в соответствии с указаниями в проектной документации. Способ обработки соприкасающихся поверхностей деталей сдвигоустойчивых соединений должен быть указан в чертежах КМ и КМД.

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. Способы обработки и соответствующие им коэффициенты трения даны в ТКП 45-5.04-41 [табл. 5.2].

До установки высокопрочных болтов соединение собирают на пробках и временных болтах и стягивают так, чтобы щуп толщиной 0,3 мм проходил вглубь пакета не более чем на 20 мм. Резьбу гаек высокопрочных болтов слегка смазывают минеральным маслом. Смазывать болт и поверхность гайки не разрешается. Болты в один прием затягивают гайковертом или ручным динамометрическим ключом. При отсутствии таких гайковертов затягивание осуществляют в два приема: сначала на величину меньше требуемой – гайковертом ИП-3106, а затем тарировочным ключом. Со стороны гайки после натяжения должно оставаться не менее трех ниток резьбы.

Величину крутящего момента для закручивания гаек высокопрочных болтов определяют по формуле

$$M_K = N d k_u,$$

где N – расчетное усилие натяжения болта, в Н;

d – диаметр болта, в м;

k_u – коэффициент, зависящий от качества нарезки, принимаемый в пределах 0,186–0,193.

Тарировка ключей и гайковертов должна осуществляться систематически до начала и в середине смены. Болты, дотянутые до проектного усилия, отмечаются краской. При применении в узлах и стыках высокопрочных болтов используют ключи-мультипликаторы (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Техническая характеристика ключей-мультипликаторов

Показатели	КПМ-130	КПМ-220
Момент затяжки, Н·м	500–1300	1100–2200
Относительная погрешность, не более, %	+5	+5
Передаточное число	16	16
Усилие на рукоятке, Н	200	200
Габариты, мм	188 × 96 × 278	220 × 112 × 278
Масса (без сменных головок и рычага), кг	7,7	11,35

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.

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

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.

Сборка монтажных соединений на высокопрочных дюбелях

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

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

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.

Сборка монтажных соединений на самонарезающих винтах

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

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.

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, устанавливается новый винт. В тех случаях, когда можно рассверлить старое отверстие, ставится винт большего диаметра.

Сварные соединения. Монтажные соединения решетчатых и стержневых конструкций собирают преимущественно при помощи прихваток. Стыки тяжелых конструкций собирают при помощи сборочных приспособлений. Сварка монтажных соединений решетчатых и стержневых конструкций обычно выполняется вручную, а иногда – полуавтоматами с применением порошковой проволоки или голой легированной проволоки. В процессе сборки листовых конструкций широко используются сборочные приспособления, которые удаляются по мере сварки стыков. При автоматической сварке допускается предварительная подварка швов вручную.

Стыки можно сваривать следующими способами сварки: автоматической электрошлаковой; под флюсом; с применением порошковой проволоки; полуавтоматической; в среде углекислого газа; ручной.

Почти все виды автоматической и полуавтоматической сварки являются многошовными, только электрошлаковая сварка, независимо от толщины стали, выполняется за один проход бездуговым процессом. Эта сварка применима только для горизонтальных швов.

Сварка стыков может быть одно- и двусторонней. Швы большой протяженности сваривают вручную участками длиной по 300–400 мм. Направление сварки каждого участка должно быть противоположно направлению сварки всего шва. При толщине свариваемого металла более 8 мм сварной шов выполняют в несколько слоев: секционным способом или «горкой».

Для ручной сварки применяют электроды со специальным покрытием (обмазкой) различных типов. Число в марке электрода обозначает величину временного сопротивления наплавленного металла, а индекс «А» – повышенное относительное удлинение и ударную вязкость. Фаску под сварку у листов и труб следует снимать с помощью электрических или пневматических кромокорезов.

Контроль качества сварных соединений. В процессе контроля качества сварных соединений в зависимости от предъявляемых к ним требований могут выполняться: *внешний осмотр шва, механические испытания металла шва, проверка качества структуры и плотности шва* и др.

Внешний осмотр шва осуществляется с целью обнаружения видимых трещин, подрезов, шлаковых включений и непроваров глубиной более 10 % толщины свариваемых деталей.

Механические испытания металла шва выполняются в соответствии с ГОСТ 6996 на растяжение, ударный изгиб, ударный разрыв и сплющивание.

Из неразрушающих методов обычно используются следующие.

Фотографический метод основан на просвечивании сварного шва гамма-лучами, благодаря тому, что при просвечивании сварного шва гамма-лучами непрозрачные тела начинают светиться под их действием с различной интенсивностью. За счет этого при воздействии на фотослой, дефекты шва на пленке фиксируются как места с различной затемненностью.

В случае обнаружения дефектов количество проверяемых участков удваивается. Отечественные рентгеновские аппараты РУП-120-5-1, ИРА-1Д, ИРА-2Д малогабаритны и удобны для работы на строительной площадке.

Магнитографический метод основан на обнаружении полей рассеивания в местах дефектов на ферромагнитной ленте и последующем воспроизведении отпечатков; применяется для контроля соединительной толщиной от 1 до 16 мм.

Ультразвуковой метод основан на различном отражении пучка высокочастотных звуковых колебаний от металла и имеющихся дефектов.

Контроль плотности сварных соединений чаще всего выполняют *вакуумным методом*, в замкнутых емкостях – сжатым воздухом в пределах рабочего давления, с промазкой наружной поверхности швов мыльным раствором или заполнением емкостей водой. Неплотности сварных швов можно обнаруживать, промазывая их с одной стороны керосином, а с другой – окрашивая водно-меловым составом; при этом в местах дефектов на поверхности меловой обмазки появятся жирные пятна керосина.

Вакуумный метод предусматривает использование металлической камеры без дна с верхней стенкой из органического стекла и резиновой прокладкой по кромкам боковых стенок. Испытуемый шов смазывают раствором пенного индикатора, на участок шва накладывают камеру и создают в ней вакуум. Появление на поверхности шва пузырей свидетельствует о его неплотности. Давлением сжатого воздуха и воды испытывают резервуары и трубопроводы. Швы покрывают пенным индикатором, а в сосуд нагнетают воздух под давлением. Появление пены свидетельствует о дефекте.

Химический метод применяется для испытания днища. Под днище укладывают трубы, по которым нагнетают аммиак. Боковую поверхность днища и основания герметизируют глиной, а швы промазывают меловой краской с индикатором (фенолфталеин) или проклеивают полосами смоченной индикаторной бумаги. В местах дефекта окраска или бумага меняет цвет.

При заполнении сосудов водой под давлением дефекты обнаруживаются по местам течи или увлажнения поверхности шва. Давление воды или воздуха назначается равным рабочему давлению, установленному для данной конструкции. Сосуды, работающие под большим давлением, во избежание больших разрывов испытывают водой.

При производстве сборочных и монтажных работ металлических конструкций **при отрицательных температурах наружного воздуха** необходимо соблюдать следующие меры. Нельзя применять ударные воздействия на металлические конструкции при температуре окружающей среды ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Гибку и правку металла при отрицательных температурах следует выполнять с предварительным его подогревом.

Ручную и полуавтоматическую сварку решетчатых и листовых конструкций толщиной стали до 16 мм можно вести обычными способами без подогрева для:

конструкций из углеродистой стали – при температуре до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$;

конструкций из низколегированной стали – при температуре до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При большей толщине свариваемого металла или при более низких температурах зона выполнения сварочного шва на ширину в 100 мм с каждой стороны от него должна быть подогрета до 100–150 $^{\circ}\text{C}$.

Глава 9

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Общие положения

При возведении зданий и сооружений монолитный железобетон занимает сейчас ведущие позиции.

Увеличению объемов применения монолитного железобетона в строительстве способствовали следующие факторы.

1. Материал обладает высокой прочностью, долговечностью и огнестойкостью. Основную массу материала составляют заполнители, являющиеся обычно местными материалами и отходами промышленных производств, не требующими дальних перевозок.

Железобетон является рециклированным материалом, то есть неоднократно используемым. После сноса зданий и сооружений из монолитного железобетона (бетона) отходы материала измельчают в дробилках и используют в качестве крупного заполнителя для изготовления товарного бетона. Неоднократное использование материала не только дает экономическую выгоду, но и позволяет решать экологические проблемы: сокращать число свалок для отходов после массового сноса морально и физически устаревших зданий и сооружений.

2. Возможность оптимизировать (уменьшить) поперечные сечения несущих конструкций (колонн, балок, ригелей, монолитного перекрытия и др.) за счет учета их совместной работы.

3. За счет отсутствия стыков снизить эксплуатационные затраты зданий на отопление.

4. Промышленный выпуск комплектов многоборачиваемой опалубки.

5. Использование при подаче и распределении в опалубке технологических комплектов в составе бетононасосов и бетоноводов, позволивших существенно снизить трудоемкость производства бетонных работ.

9.1. Технологический процесс возведения монолитных железобетонных конструкций

Возведение монолитных железобетонных конструкций – комплексный технологический процесс, который выполняется в следующей последовательности: *монтаж опалубки; армирование железобетонных конструкций; приготовление и доставка бетонной смеси на объект; подача бетонной смеси в опалубку с ее послойным уплотнением; выдерживание (уход) за бетоном в забетонированных конструкциях; распалубливание конструкции.*

Опалубочные работы

Первичным формообразующим элементом опалубки является *щит*.

Щит опалубки состоит из палубы и поддерживающих элементов.

Палуба – это элемент щита, образующий его формующую (рабочую) поверхность.

Поддерживающие элементы обеспечивают проектное положение смонтированной конструкции опалубки в процессе бетонирования и выдерживания бетонной до распалубливания.

Согласно СТБ 1110-98* принята следующая классификация опалубки.

По материалам, из которых изготовлены формообразующие элементы, инвентарную опалубку подразделяют:

на металлическую;

комбинированную;

деревянную;

пластмассовую и из других материалов.

По конструктивным признакам и области рационального применения опалубка бывает следующих видов.

1. **Мелкощитовая (МЩ).** Состоит из элементов с массой до 50 кг, допускающих ручную сборку и разборку, в том числе щитов поддерживающей и крепежно-выверочной оснастки. Может укрупняться в панели. Применяют для бетонирования конструкций с вертикальными, горизонтальными и наклонными плоскостями, в том числе перекрытий.

2. **Крупнощитовая (КЩ).** Состоит из крупноразмерных щитов, конструктивно связанных с поддерживающими элементами. Распа-

лубливают с помощью отжимных устройств. Переставляют краном. Применяют для бетонирования крупноразмерных конструкций.

3. **Блочно-переставная (БП).** Состоит из щитов и поддерживающих элементов, собранных в пространственные блоки жесткой или разъемной конструкции, укомплектована средствами подмаши-вания. Переставляют в частично или полностью собранном виде краном. Применяют для бетонирования наружных и внутренних стен жилых и общественных зданий, столбчатых фундаментов и других крупноразмерных конструкций.

4. **Блок-форма (БФ).** Состоит из жесткой или трансформирующей металлической формы с технологическим уклоном для распалубливания. Снимают и переставляют краном. Применяют для бетонирования отдельно стоящих фундаментов или других одно-типных конструкций с замкнутым контуром.

5. **Объемно-переставная (тоннельная) (ОБТ).** Состоит из П-образных и Г-образных металлических секций и полусекций с шарнирно-закрепленными опалубочными панелями стен и перекрытий, образующих после сборки на рабочем горизонте блок тоннельной опалубки размером на бетонируемую ячейку. Секции оснащены устройством для распалубки и приведения ее в транспортное положение. Применяют для одновременного бетонирования стен и пере-крытий жилых и общественных зданий преимущественно с несущими поперечными стенами.

6. **Скользкая (СК).** Состоит из щитов, рабочего пола, гидравлических или электромеханических домкратов, закрепленных на домкратных рамах, приводных станций и прочих элементов (подвесных подмостей, домкратных стержней, козырьков и др.). Опалубку поднимают домкратами по мере бетонирования. Применяют для возведе-ния вертикальных монолитных конструкций зданий и сооружений (преимущественно постоянного сечения) и толщиной не менее 12 см (ядра жесткости, градирни, дымовые трубы, силосы и др.).

7. **Несъемная (НС).** Состоит из формообразующих элементов (в том числе сетчатых), остающихся после бетонирования в конст-рукции, и инвентарных крепежно-поддерживающих элементов. В ряде случаев выполняет функции облицовки, изоляции, утеплителя. Мож-ет быть включена или не включена в расчетное сечение монолит-ной конструкции. Применяют для возведения фундаментов зданий, фундаментов под оборудование, сборно-монолитных перекрытий

и т. д.; заглубленных в грунт конструкций, не требующих чистоты поверхности; висячих и подвесных конструкций покрытий.

8. **Пневматическая (ПН).** Состоит из гибкой воздухоопорной оболочки или пневматических поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой. Применяют для возведения конструкций и сооружений криволинейного очертания (арочных перекрытий, куполов).

9. **Подъемно-переставная (ПП).** Состоит из щитов, отделяемых от бетонируемой поверхности при перемещении поддерживающих элементов, рабочего пола (настила) и приспособлений (механизмов) для перемещений. Применяют для бетонирования конструкций и сооружений, преимущественно переменного сечения (дымовых труб, градирен, силосных сооружений, опор мостов и т. д.).

10. **Горизонтально-перемещаемая (катучая, тоннельная) (ГП).** Состоит из щитов, в том числе криволинейного очертания, закрепленных на пространственном каркасе. Перемещают вдоль возводимого сооружения на тележках или других приспособлениях. Применяют для возведения тоннелей, возводимых открытым способом, подпорных стен, водоводов, коллекторов, резервуаров и др.

По применяемости при различной температуре наружного воздуха и характеру ее воздействия на бетон опалубку подразделяют:

- на неутепленную;
- утепленную;
- терморезистивную.

В отечественном строительстве в основном применяются универсальная мелкощитовая опалубка МОДОСТР-КОМБИ и ОДО «Форкон».

Мелкощитовая опалубка МОДОСТР-КОМБИ – универсальная опалубка для стен и других конструкций.

Схема устройства опалубки МОДОСТР-КОМБИ приведена на рис. 9.1. Монтируют опалубку вручную или краном. Основными элементами опалубки являются базовые щиты высотой 2500 и 2700 мм при ширине от 100 до 600 мм с модулем 50 мм. Это позволяет охватить практически весь диапазон размеров реальных конструкций. Доборные щиты выполнены двух типоразмеров по высоте 1200 и 1500 мм при ширине от 100 до 900 мм. Щит состоит из стального каркаса и нашивной палубы из водостойкой ламинированной фанеры. Оборачиваемость фанерной палубы – 40–60 циклов; стального каркаса и крепежных элементов – 130–170 циклов.

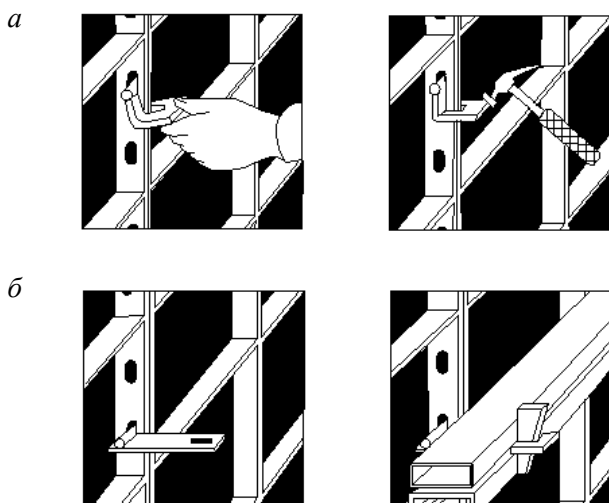
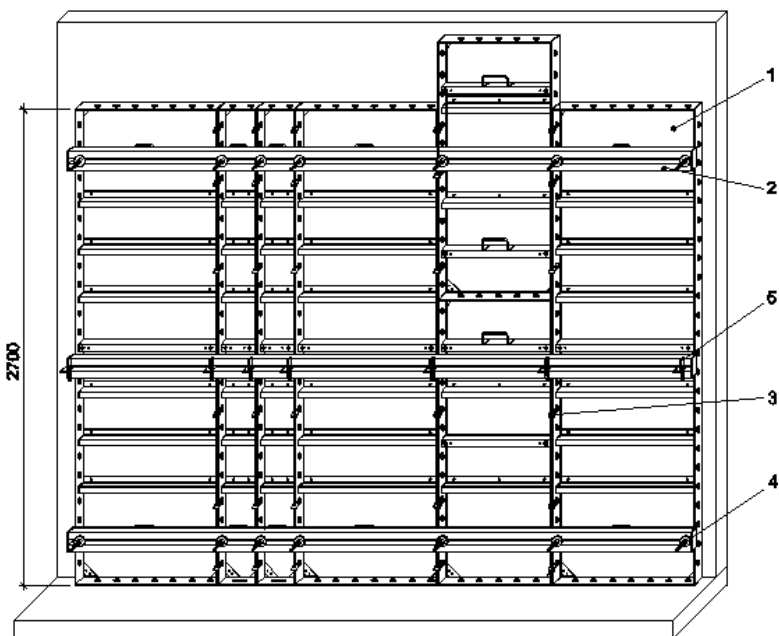


Рис. 9.1. Схема устройства опалубки МОДОСТР-КОМБИ для стен:
а – схема установки замка 3-1; *б* – схема установки выравнивающей балки;
 1 – щит; 2 – выравнивающая балка; 3 – замок 3-1; 4 – винтовой тяж с гайками;
 5 – клиновья подвеска

Комплект опалубки включает также угловые элементы, шарнирные углы, компенсаторы, выравнивающие балки, крепежные элементы, замки, тяжи. Соединение щитов между собой производят замками 3-1 зажимного действия (см. рис. 9.1). Шаг установки замков по высоте, как правило, 600 мм, но не менее двух замков с каждой стороны щита размером более 250 мм.

Размеры щитов и системное расположение овальных отверстий в стальных ребрах позволяют осуществлять сборку и наращивание щитов как в вертикальном, так и горизонтальном положении.

Для восприятия бокового давления (распора) от уложенной в опалубку и уплотняемой в ней бетонной смеси применяются винтовые тяжи, изготовленные из арматуры винтового профиля диаметром 15 мм класса S500 или S800 (рис. 9.2). Винтовые тяжи устанавливаются между щитами опалубки в специально предусмотренные отверстия и закрепляются гайками.

Винтовые тяжи защищают от бетона пластмассовыми трубками диаметром 25×2 мм со съёмными пластмассовыми наконечниками. Защитные трубки с наконечниками дополнительно играют роль распорок и точно фиксируют опалубку по размеру бетонной конструкции. Допускается применять в качестве тяжа гладкую арматуру (проволоку) диаметром 6–10 мм класса S240 по СНБ 5.03.01 без защитной пластмассовой трубки, фиксируемую к опалубке замками 3-2. Схема установки винтового тяжа с защитной трубкой приведена на рис. 9.2.

При распалубке винтовые тяжи беспрепятственно удаляются из защитных трубок. Затем удаляют и многоцветные пластмассовые наконечники. Защитная трубка тяжа остается в бетоне, поэтому относится к расходным материалам одноразового использования. Проволочный тяж из гладкой арматуры остается в бетоне. После распалубки выступающие концы этого тяжа обрезают. Как правило, проволочные тяжи применяют в конструкциях фундаментов или конструкциях, подлежащих последующей отделке.

тов других размеров с модулем 0,3 м. Щит представляет собой металлический каркас с палубой из водостойкой ламинированной фанеры. Универсальность щитов позволяет формировать поверхности конструкций различных размеров. Применение шарнирных углов и индивидуальных вставок позволяет формировать разнообразные криволинейные поверхности с вертикальными, горизонтальными и наклонными плоскостями. Наибольший вес щита – 35 кг. Несущая способность щита – от 35 до 80 кПа.

Соединение щитов производится при помощи замков и угловых вставок. Формирование необходимого размера по толщине конструкции производится при помощи устанавливаемых пластмассовых трубок-распорок. По торцам трубок устанавливают пластмассовые съемные наконечники.

Для передачи боковых нагрузок на щиты устанавливают винтовые тяжи, которые пропускаются через защитные трубки, прогоны, щиты опалубки и фиксируются при помощи специальных гаек.

Выверка вертикальности и закрепление собранной опалубки в проектном положении обеспечивается регулируемыми телескопическими подкосами.

В состав опалубки также входят консольные кронштейны подмостей, на которые укладывается настил из деревянных щитов, и облегченные лестницы для подъема на подмости. На боковые стойки кронштейнов устанавливают доски ограждения.

Технология монтажа и демонтажа опалубки ОДО «Форкон», соединение в углах и наращивание по высоте аналогичны вышеизложенным для опалубки системы «МОДОСТР».

Для возведения монолитных конструкций применяется также *опалубка фирмы Paschal* (Германия). Отличительными особенностями этой опалубки являются конструкция комбинированного щита, выполненного из стального каркаса и палубы из водостойкой ламинированной фанеры, и соединительный замок. Несущая способность щитов опалубки 35 кПа (3,5 тс/м²).

Комплект опалубки включает: щиты высотой 1250, 750 и 625 мм при ширине от 50 до 1000 мм; внутренние и наружные углы; шарнирные углы; элементы крепления, монтажа и выверки.

Технология монтажа и демонтажа мелкощитовой опалубки фирмы Paschal аналогична вышеизложенной для опалубки системы «МОДОСТР».

Применение мелкощитовой опалубки типа «Монолит» для возведения стеновых конструкций с высоким качеством лицевых поверхностей не рекомендуется.

Армирование железобетонных конструкций

Учитывая, что бетон практически не работает на растяжение, монолитные бетонные конструкции, на участках, где возникают растягивающие усилия, армируются элементами, изготовленными из стали, или при эксплуатации конструкций в сильноагрессивной среде – стеклопластиковой арматурой. Армирование выполняется ненапрягаемой и напрягаемой арматурой.

В качестве ненапрягаемой арматуры железобетонных конструкций применяют арматуру классов S240, S400 и S500. Требования к механическим свойствам арматуры регламентируются соответствующими стандартами. Арматура класса S240 выпускается гладкая диаметром 5,5–40,0 мм; класса S400 – периодического профиля (рифленая) диаметром 6,0–40,0 мм; класса S500 – гладкая и периодического профиля диаметром 3,0–40,0 мм.

Все процессы армирования железобетонных конструкций можно объединить в две группы: предварительное изготовление арматурных элементов; установка их в проектное положение.

До недавнего времени основной объем арматурных изделий (ненапрягаемая арматура) для монолитных бетонных конструкций в виде отдельных стержней, сеток, плоских и пространственных каркасов, каркасов таврового и двутаврового сечения, гнутых и цилиндрических каркасов и др. (см. рис. 9.3) массово изготавливался в специализированных цехах (участках) заводов железобетонных конструкций. Преобладающим видом соединения отдельных стержней в арматурные конструктивные элементы заводского изготовления являлась сварка.

Увеличение объемов строительства монолитных каркасных зданий и сооружений привело к существенному росту номенклатуры (количеству позиций) при изготовлении арматурных элементов (сеток, каркасов и др.). Особенно сильно это отразилось на возведении монолитных плит перекрытия (покрытия), которые составляют основной объем арматурных и бетонных работ.

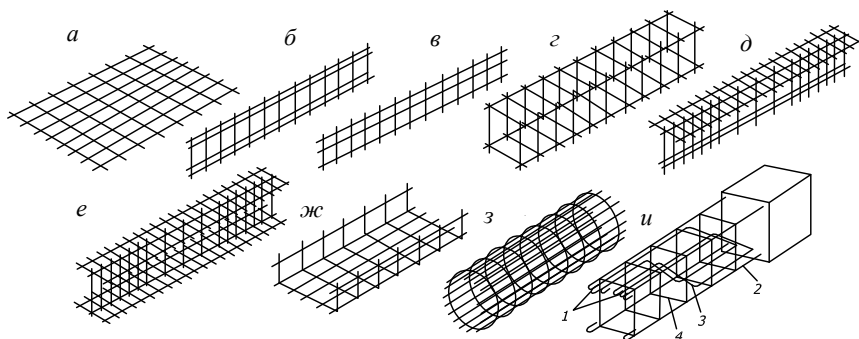


Рис. 9.3. Номенклатура арматурных элементов:

- a* – сетка плоская; *б, в* – плоские каркасы; *z* – пространственный каркас;
д, е – каркасы таврового и двутаврового сечения; *ж, з* – гнутый и цилиндрический
 каркасы; *и* – каркас вязанный с отогнутыми стержнями;
1 – концевые крюки; *2* – нижние рабочие стержни;
3 – рабочие стержни с отгибами; *4* – хомуты

Практика возведения монолитных каркасных зданий показала, что технологически эффективным являются вязанные сетки, изготавливаемые непосредственно на перекрытиях (покрытиях). Все это привело к изменению организации производства работ по изготовлению арматурных изделий: их стали изготавливать на строительной площадке, на специально оборудованных арматурных постах. Основные положения изготовления арматурных элементов на строительной площадке изложены в п. 9.4.

Установка арматурных элементов в проектное положение выполняется, как правило, в уже смонтированную опалубку. Арматура и арматурные изделия подаются в нее кранами, используемыми на строительной площадке. В отдельных случаях и местах, неудобных для применения механизмов, производят ручную укладку и вязку арматуры.

Для обеспечения проектной толщины защитного слоя бетона необходимо использовать пластмассовые фиксаторы. Применение в качестве фиксаторов деревянных брусков кусков бетона не допускается.

Арматурные стержни и закладные детали до укладки в опалубку должны быть очищены от ржавчины и загрязнений.

При вязке стержней арматуры вязальной проволокой оба стержня в пересечениях должны охватываться под прямым углом. Вязка стерж-

ней наискосок не допускается. Для вязки узлов могут применяться стандартные проволочные фиксаторы промышленного изготовления.

В качестве напрягаемой арматуры предварительно напряженных конструкций рекомендуется применять стержни и канаты классов S800, S1200, S1400. По способу производства арматура может быть горячекатаной, термомеханически упрочненной и холоднодеформированной. Требования к механическим свойствам арматуры регламентируются соответствующими стандартами. Арматура класса S800 выпускается диаметром 10–32 мм; класса S1200 – диаметром 6,0–32 мм; класса S1400 – диаметром 3,0–15 мм.

Предварительное напряжение в монолитных конструкциях создается методом натяжения арматуры на затвердевший бетон линейным или непрерывным способом.

При **линейном способе** в напрягаемых конструкциях при их бетонировании оставляют каналы (открытые или закрытые). По достижении бетоном заданной прочности в каналы укладывают арматурные элементы и производят их натяжение с передачей усилий на напрягаемую конструкцию. Линейный способ применяют для создания предварительного напряжения в балках, колоннах, рамах, трубах, силосах и многих других конструкциях.

Непрерывный способ заключается в навивке с заданным натяжением бесконечной арматурной проволоки по контуру забетонированной конструкции. В отечественном строительстве способ применяют для предварительного напряжения стенок цилиндрических резервуаров.

При линейном способе армирования напрягаемые элементы применяют в виде отдельных стержней, прядей, канатов и проволочных пучков. Линейное армирование включает: заготовку напрягаемых арматурных элементов; образование каналов для напрягаемых арматурных элементов; установку напрягаемых арматурных элементов с анкерными устройствами; напряжение арматуры с последующим инъецированием закрытых каналов или забетонированием открытых каналов.

Заготовка стержневых элементов (рис. 9.4, а) состоит из правки, чистки, резки, стыковой сварки и устройства анкеров. Для устройства анкеров к концам стержней приваривают коротыши из стали (рис. 9.4, б). Коротыши имеют резьбу, на которую навинчивают гайки, передающие через шайбы на бетон нагрузки натяжения.

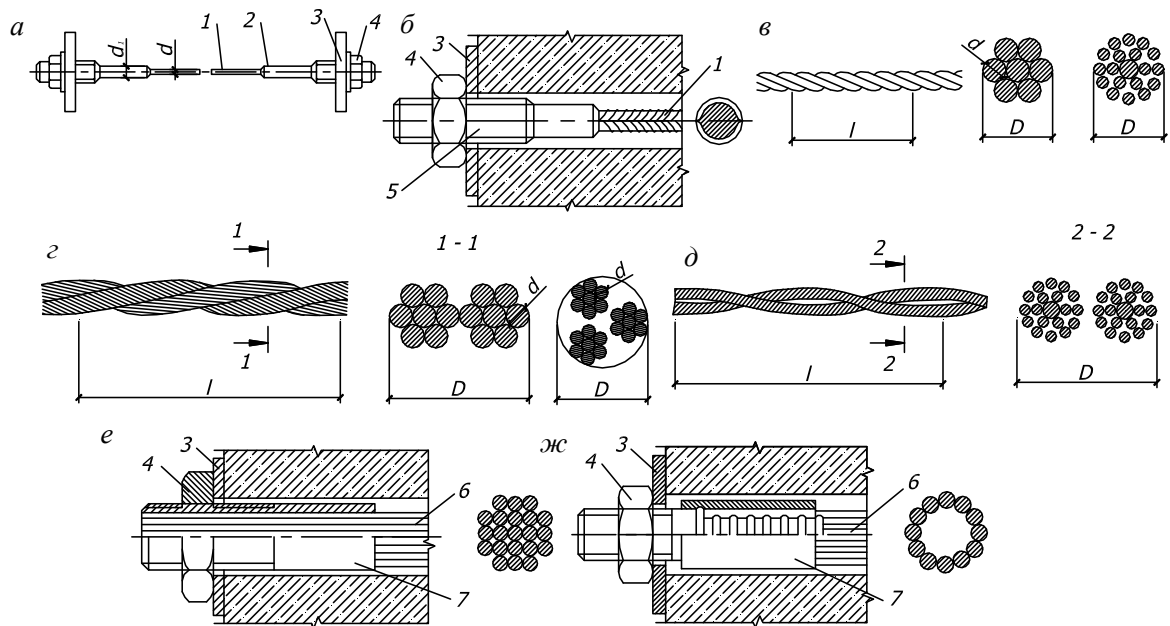


Рис. 9.4. Напрягаемые арматурные элементы:
a – стержневой элемент; *б* – стержневой анкер; *в* – прядь семи- и девятнадцатипроволочная; *г* – канат двух- и трехпрядевый (прядь из семи проволок); *д* – канат двухпрядевый (прядь из 19-ти проволок);
е – гильзовый анкер; *жс* – гильзостержневой анкер;
1 – стержневая арматура; *2* – коротыш с резьбой на конце; *3* – плита; *4* – гайка;
5 – хвостовик; *6* – пучковая арматура; *7* – гильза

Арматурные нераскручивающиеся пряди и канаты изготавливают из высокопрочной проволоки диаметром 1,5–5 мм. Промышленность выпускает пряди трех-, семи- и девятнадцатипроволочные (классов П-3, П-7 и П-19) диаметром 4,5–15 мм (рис. 9.4, в). Из прядей делают канаты (рис. 9.4, з, д).

Пряди и канаты поступают с заводов намотанными на металлические катушки. Их смазывают с катушек, пропускают через правильные устройства, одновременно очищая от грязи и масла, и режут на необходимую длину. Для анкеровки прядей (канатов) применяют гильзовые наконечники (рис. 9.4, е). Гильзу надевают на заготовленный конец пряди (каната), запрессовывают прессом или домкратом и затем на ее поверхности нарезают или накатывают резьбу для крепления муфты домкрата, с помощью которого натягивается прядь (канат).

Проволочные пучки изготавливают из высокопрочной проволоки. Проволоку располагают с заполнением всего сечения или по окружности. В первом случае пучок оборудуют гильзовым, а во втором – гильзостержневым анкером (рис. 9.4, ж).

Готовые элементы прядевой и канатной арматуры наматывают на контейнеры барабанного типа, а анкеры смазывают солидолом и обматывают мешковиной.

Для образования каналов для напрягаемых арматурных элементов в подготовленную к бетонированию конструкцию устанавливают каналообразователи, диаметр которых на 10–15 мм больше диаметра стержня или арматурного пучка. Для этого применяются стальные трубы, стержни, резиновые рукава с проволочным сердечником и др. Так как каналообразователи извлекают через 2–3 часа после того, как конструкция забетонирована, то их, за исключением рукавов, во избежание сцепления с бетоном через каждые 15–20 минут поворачивают вокруг оси.

При напряженном армировании крупноразмерных конструкций каналы устраивают путем закладки стальных тонкостенных гофрированных трубок, которые остаются в конструкции. После того как бетон набрал проектную прочность, в каналы устанавливают (протягивают) арматуру. Затем производят натяжение арматуры гидравлическими домкратами одиночного действия.

Натяжению арматуры и передаче усилия на бетон сопутствуют, как правило, выпрямление арматурного элемента (пучка или стерж-

ня); обжатие бетона под опорными прокладками; трение между арматурой и стенками канала и пр.

Для устранения этих явлений, вызывающих неравномерное натяжение по длине арматурного элемента, выполняют следующие операции.

Вначале арматуру натягивают с усилием, не превышающим 0,1 необходимого усилия натяжения пучка (стержня), при этом арматурные стержни выпрямляются и плотно прилегают к стенкам канала. Опорные прокладки также плотно прилегают к поверхности напрягаемой конструкции. Усилие, равное 0,1 от расчетного, принимают за нуль отсчета при дальнейшем контроле натяжения по манометру и деформациям.

В конструкциях с длиной прямолинейного канала не более 18 м арматуру ввиду небольших сил трения натягают с одной стороны. Выравнивать напряжения вдоль арматуры можно также путем продольного вибрирования в процессе натяжения. Вибрировать можно с помощью специального приспособления на глухом анкере.

При длине прямолинейных каналов свыше 18 м и криволинейных каналах арматуру натягивают с двух сторон конструкций. Вначале арматуру натягивают до усилия, равного 0,5 м от расчетного, одним домкратом и закрепляют. Затем выполняют натяжение арматуры до 1,1 от расчетного усилия (1,1 – коэффициент технологической перетяжки арматуры) с другой стороны конструкции другим домкратом. Выдержав ее в таком состоянии 8–10 минут, величину натяжения уменьшают до заданной и закрепляют второй конец напрягаемой арматуры. Для устранения перепада напряжений вдоль арматуры иногда применяют пульсирующее натяжение: несколько раз кратко-временно повторяют этот процесс, последовательно увеличивая величину натяжного усилия, а затем сбрасывают излишнее усилие.

Если в сечении конструкции имеется несколько арматурных элементов, то натяжение начинают с элемента, расположенного ближе к середине сечения. При наличии только двух элементов, расположенных у граней, натяжение производят ступенями или одновременно двумя домкратами. При большом числе элементов, учитывая, что в первых элементах в результате возрастающего укорочения бетона от сжатия, величина натяжения будет постепенно снижаться по мере натяжения последующих, эти элементы необходимо вновь подтягивают.

Заключительной операцией возведения монолитных преднапряженных конструкций является инъецирование каналов, которое выполняется сразу после завершения натяжения арматуры.

Для этого применяют раствор не ниже М300 на цементе М400–500 и чистом песке. Нагнетают раствор растворонасосом или пневмонагнетателем с одной стороны канала. Инъецирование ведут непрерывно с начальным давлением с 0,1 МПа и последующим повышением до 0,4 МПа. Прекращают нагнетание, когда раствор начнет вытекать с другой стороны канала.

Сейчас применяют способ без устройства каналов. Арматурные канаты или стержни перед укладкой покрывают антикоррозийным составом, а затем фторопластом (тефлоном), имеющим почти нулевой коэффициент трения. При натяжении канат относительно легко скользит в теле бетона. В этом случае исключаются операции по инъецированию.

Приготовление и транспортирование бетонной смеси на объект

Приготовление бетонной смеси осуществляется на бетонных заводах, растворно-бетонных узлах (РБУ) строительных организаций, а также при небольших объемах бетономешалками непосредственно на строительных площадках.

При выборе варианта организации приготовления бетонной смеси необходимо учитывать удаленность строительной площадки от пункта приготовления бетонной смеси; вид дорожного покрытия; объем и интенсивность бетонных работ на строительном объекте и др.

Если строительный объект удален от места приготовления бетонной смеси на расстояние, не позволяющее транспортировать готовую бетонную смесь без необратимой потери качества (снижение подвижности, расслоение и др.), ее приготовление осуществляют в автобетоносмесителях, загруженных сухими отдозированными составляющими. Перемешивание сухой смеси в автобетоносмесителях необходимо начинать за 10–20 минут до разгрузки.

При производстве бетонных работ при отрицательных температурах наружного воздуха бетонную смесь приготавливают с использованием подогретых заполнителя и воды. Температура подогрева

должна обеспечивать получение бетонной смеси установленной температуры. Температура бетонной смеси с противоморозными добавками на выходе из бетоносмесителя назначается строительной лабораторией с учетом влияния добавок на сроки схватывания цемента, но должна быть не ниже 5 °С.

Транспортирование бетонной смеси на строительные объекты происходит при помощи автотранспортных средств четырех видов: автосамосвалов, автобетоновозов, автобетоносмесителей и автобадьевозов.

Автомобили-самосвалы до последнего времени широко использовались для перевозки готовых бетонных смесей. Однако конструкция их кузова при перевозке готовых бетонных смесей на расстояние более 10–12 км чревата необратимой потерей их качества (снижение подвижности, расслоение и др.).

Кроме того, использование автосамосвалов создает проблемы при организации транспортирования бетонных смесей и производства бетонных работ. Назовем основные из этих проблем:

незащищенность смеси от атмосферных и температурных воздействий;

необходимость затрат ручного труда на очистку кузова;

невозможность порционной разгрузки смеси, что усложняет выгрузку смеси в бетоноприемное оборудование;

значительные затраты ручного труда для ее дополнительного перемешивания после разгрузки и очистки кузова.

Сегодня применение автомобилей-самосвалов оправдано только при отсутствии специального автотранспорта на расстояния до 25 км по дорогам с асфальтовым покрытием (по другим типам дорог – до 15 км).

Обычно для транспортирования готовой бетонной смеси используют автомобили-самосвалы ЗИЛ-585, МАЗ-205, МАЗ-525 грузоподъемностью соответственно 2,5, 5 и 7 т.

Автобетоновоз – специализированная машина, предназначенная для перевозки готовых бетонных смесей без их побуждения в пути на расстояние до 45 км.

Отличается от автомобиля-самосвала, главным образом, устройством кузова, который выполняется в форме гондолы (мульды) с крутонаклоненной задней стенкой. Угол наклона к горизонту кузова достигает 80°, а задней стенки – 48°. Кузов расположен на шасси

автомобиля в зоне минимальной вибрации рамы. Благодаря форме кузова и его расположению на шасси обеспечивается предохранение смеси от расслаивания в процессе транспортирования. Для предохранения бетонной смеси от воздействия атмосферных осадков и ветра кузов оборудован крышкой, а от воздействия отрицательных и высоких положительных температур – двойной обшивкой с зазором между ее листами.

В качестве базовых автомобилей для автобетоновозов применяют ЗИЛ-ММЗ-553, МАЗ-500.

Автобетоносмесители предназначены как для перевозки сухих компонентов и приготовления из них бетонных смесей в процессе транспортирования, так и для перевозки готовых смесей с их побуждением (перемешиванием) в пути следования.

Автобетоносмеситель состоит из установленного на шасси автомобиля смесительного барабана с загрузочным устройством и аварийным люком, привода или дополнительного двигателя, бака для воды, устройства ручного управления и навесного оборудования для распределения бетонной смеси при ее разгрузке. Основными технологическими преимуществами автобетоносмесителя являются: возможность перевозки смесей на расстояния от 100 до 120 км с сохранением их качества; порционная разгрузка; маневренность; технологическая совместимость с бетоноприемным оборудованием и бетононасосами.

При приготовлении литой бетонной смеси с помощью пластификаторов ее начальная подвижность сохраняется не более 30–45 минут, поэтому ее можно транспортировать только в автобетоносмесителе.

В барабан автобетоносмесителя на бетонном заводе должны загружаться сухие компоненты влажностью от 3 до 4 %, а в бачок для воды – раствор пластификатора. Введение в смесь воды затворения с растворенным в ней пластификатором и перемешивание должно производиться за 20–30 минут до прибытия машины к месту укладки смеси, при этом оптимальный режим вращения смесительного барабана составляет от 6 до 12 об./мин.

При значительных объемах работ, высокой интенсивности бетонирования и расстоянии между пунктами приготовления и укладки бетона не более 300 м экономически целесообразно использовать для транспортирования бетонной смеси *ленточные конвейеры*.

Подача, укладка и уплотнение бетонных смесей

Подачу бетонной смеси к месту укладки в опалубку рекомендуется осуществлять одним из следующих способов:

- строительными кранами в бадьях;
- бетононасосами по трубам;
- ленточными и вибрационными конвейерами;
- пневмонагнетателями по трубам.

Как правило, при выборе способа подачи бетонной смеси определяющими условиями являются:

возможность максимального приближения механизмов, подающих бетонную смесь к месту бетонирования при их минимальных перестановках;

- консистенция бетонной смеси;
- объем укладываемого бетона и заданный темп бетонирования;
- организационные и технологические факторы.

При прочих равных условиях определяющим критерием эффективности выбранного способа механизации является минимальная энергоёмкость процесса подачи бетонной смеси.

Подача и распределение бетонных смесей строительными кранами в бадьях эффективна при бетонировании несущих конструкций (колонн, ригелей, прогонов и др.). При подаче бетонной смеси бадьями их конструкция и ёмкость должны выбираться с учетом технологической совместимости с типом применяемых транспортных средств, характеристиками бетонируемой конструкции и грузоподъемностью крана.

Конструкция бадей должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать возможность порционной выгрузки бетонной смеси;
- иметь простой и надежный в эксплуатации затвор, гарантирующий четкую отсечку смеси и герметичность, исключающую утечку цементного молока.

Наиболее полно этим требованиям отвечают неповоротные и поворотные бадьи.

Неповоротные бадьи состоят из каркаса, к которому приварен корпус цилиндрической формы, закрываемый снизу затвором, который управляется с помощью рычага. При подъеме бадьи краном используют петли, которые приварены к каркасу.

Загружаются бады на бетонном заводе (РБУ) или площадке для приема бетонной смеси, которая размещается в зоне действия стрелы крана. В первом случае они доставляются на объект автомобилями, где краном подаются к бетонируемой конструкции и разгружаются. Во втором они загружаются из автобетоновозов, автобетоносмесителей или перегрузочных бункеров. Разгрузка их в опалубку осуществляется закрываемым снизу затвором. Вместимость неповоротных бадей 0,5–8 м³.

Поворотные бады выпускаются вместимостью 0,5–2 м³. Загружаются они непосредственно на строительной площадке из автотранспорта. Для загрузки готовой бетонной смесью их располагают на специально подготовленной в зоне действия стрелы крана площадке (бок).

Бадья состоит из корпуса, выполненного из жесткого металлического каркаса, обшитого стальным листом. У выгрузочного отверстия установлен секторный затвор. Рукоятки затвора расположены сбоку по обе стороны бады и при открывании затвора поворачиваются назад, что удобно при бетонировании стеновых конструкций. За секторными затворами расположен лоток, по которому смесь поступает в опалубку бетонируемой конструкции.

В последние годы стали применять двух- и трехсекционные бады (так называемые прямоточные), которые разделены продольными перегородками на отсеки, каждый из которых снабжен своим затвором. Перегородки в бадьях образуют ячейки, что облегчает разгрузку смеси, исключает ее зависание.

Подача и распределение бетонных смесей бетононасосами эффективны при возведении протяженных конструктивных элементов (стен, перекрытий, фундаментных плит и др.).

Использование при подаче высокоподвижных бетонных смесей, а также распределение этих смесей в опалубке существенно снижают трудоемкость производства бетонных работ. Бетононасосы позволяют обеспечить горизонтальную и вертикальную подачу бетонной смеси по трубопроводам (бетоноводам) в конструкции. Рекомендуется их применять при интенсивности сменного потока бетонной смеси 300 м³ и более. При этом сменная выработка одного рабочего при применении бетононасоса составляет от 30 до 40 м³ бетона.

При выборе бетононасоса предпочтение следует отдавать мобильным двухпоршневым насосам с маслогидравлическим приводом, позволяющим подавать бетонную смесь по горизонтали на расстояние от 300 до 400 м на высоту от 80 до 100 м и осуществлять плавную регулировку подачи смеси в диапазоне от 5 до 80 м³/ч.

Ввиду быстрой потери подвижности бетонных смесей с добавками-суперпластификаторами перерывы в подаче их по трубопроводам не должны превышать 20 мин.

Для доставки бетонной смеси от бетононасоса к возводимой конструкции (подаче и распределению в опалубке) используются *бетоноводы*, которые монтируются из стальных труб, соединенных между собой рычажными замками.

Бетоноводы включают в себя комплект оборудования: прямые звенья; колена с разными углами; соединительные патрубки; игольчатый клапан (предназначен для предотвращения обратного движения смеси, подаваемой вверх по вертикали); промывочное устройство и др. Наиболее распространены при возведении монолитных конструкций при подаче и распределении бетонных смесей бетононасосами такие комплекты оборудования звеньев бетоновода, как СБ-161 и СБ-95.

При бетонировании конструкций, расположенных в труднодоступных местах (подача бетонной смеси в проемы при реконструкции), а также отдельно стоящих конструкций, расположенных по периметру здания (фундаментов, буронабивных свай, фундаментных плит и др.), экономически целесообразно применять ***автобетононасосы***.

Автобетононасосы предназначены для приема (из автобетоносмесителя, автобетоновоза и др.) и подачи в опалубку свежеприготовленной бетонной смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях с помощью распределительной стрелы (рис. 9.5).

Основным требованием при применении автобетононасоса является качество бетонной смеси. Максимальная крупность заполнителя не должна превышать 40 мм; подвижность бетонной смеси – 8–12 см. Автобетононасосы марки СБ-126А обеспечивают дальность подачи бетонной смеси по горизонтали до 360 м, по вертикали – до 80 м.

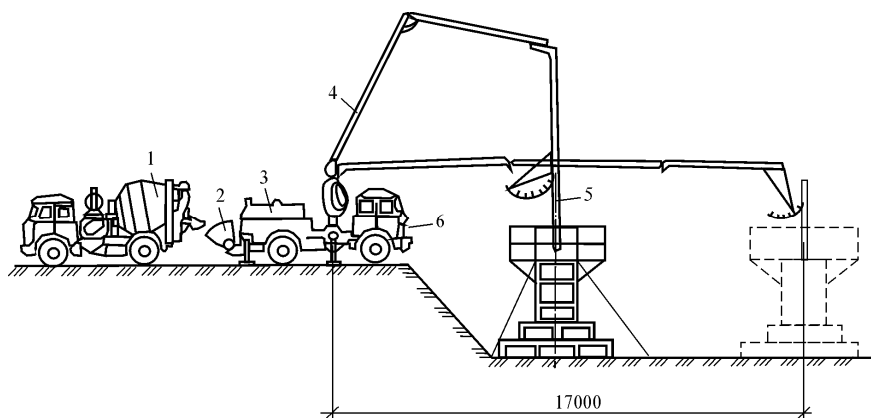


Рис. 9.5. Подача бетонной смеси автобетононасосом при бетонировании столбчатых фундаментов:

1 – автобетоносмеситель; 2 – приемный бункер автобетононасоса; 3 – бетононасос; 4 – распределительная стрела; 5 – гибкий шланг; 6 – бетоновоз

Для подачи и распределения в опалубке малоподвижных и жестких бетонных смесей с нелимитированной крупностью заполнителя рекомендуется применять **ленточные конвейеры** следующих типов: *передвижные, секционные, звеньевые*. Они значительно дешевле бетононасосов, эксплуатировать их может менее квалифицированный обслуживающий персонал.

В отличие от бетононасосов, при использовании которых технологические перерывы весьма нежелательны, ленточные конвейеры могут подавать бетонную смесь с любыми перерывами. Применение ленточных конвейеров обеспечивает большую (по сравнению с кранами) производительность при меньших трудозатратах и стоимости. Для защиты бетонных смесей от неблагоприятных климатических воздействий рекомендуется устраивать над магистральными конвейерами специальные защитные кожухи.

Ленточные передвижные конвейеры применяют для подачи бетонной смеси при бетонировании конструкций небольших размеров в плане. Они состоят из рамы, электроприводного барабана, натяжного устройства, шасси, механизма изменения высоты выгрузки, нижней и верхней роликовых опор, ленты, скребков, загрузочной воронки. Максимальная высота, на которую они могут подавать

смесь – 2,1–5,5 м. Промышленностью выпускаются ленточные передвижные конвейеры марок ТК-17-2, ТК-18, ТК-19, ТК-24.

Секционные конвейеры состоят из отдельных элементов длиной 9 м с автономными приводами, которые связаны общим пультом управления. Стрела секции может поворачиваться вокруг оси и совершать возвратно-воступательное движение, благодаря чему обеспечиваются подача и распределение бетонной смеси практически в любую точку.

Звеньевые ленточные конвейеры представляют собой транспортирующую машину, рабочим органом которой является лента.

Самоходные бетоноукладчики на гусеничном ходу (марок УБК-132, БУ-1, БУМ-1), рекомендуется применять при устройстве конструкций подземной части зданий и сооружений (рис. 9.6).

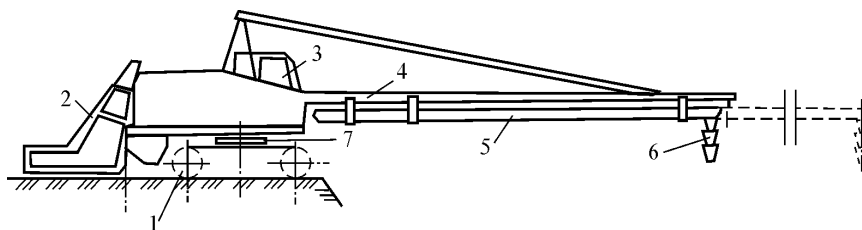


Рис. 9.6. Схема самоходного бетоноукладчика, оборудованного ленточным конвейером:

- 1 – гусеничная база; 2 – перегрузочный бункер; 3 – кабина; 4 – стационарная стрела ленточного конвейера; 5 – подвижная стрела ленточного конвейера; 6 – хобот; 7 – поворотная платформа

С объекта на объект их перевозят на трайлере. Самоходный бетоноукладчик состоит из перегрузочного бункера, который принимает и выгружает на ленту конвейера бетонную смесь

Виброконвейеры рекомендуется применять при подаче смеси на расстояния не более 20–30 м в отдельно стоящие конструкции, а также в качестве питателей к бункерам и другим емкостям для бетонной смеси. В состав виброконвейера входят виброжелоба, вибропитатели и опорные элементы.

Виброжелоб эффективен для транспортирования малоподвижной бетонной смеси вниз под углом 15° . Оптимальным является полукруглое сечение желоба. В действие виброжелоб приводится вибраторами марок С-414А, ИВ-2А. Масса виброжелоба не превышает 230 кг, длина их – 4 и 6 м.

Вибропитатель принимает бетонную смесь из автотранспорта и подает в виброжолоб или непосредственно в конструкцию. Он представляет собой приемный лоток, установленный на салазки через амортизаторы с углом наклона 6° . К днищу приемного лотка крепятся два вибратора, создающие направленную вибрацию. Разгрузка бетонной смеси осуществляется через секторный затвор.

Для предотвращения расслоения бетонной смеси при выгрузке ее с высоты более 2-х метров используются хоботы и виброхоботы.

При высоте разгрузки до 10 м применяют **звеньевые хоботы**. Они представляют собой гибкий металлический вертикальный трубопровод, составленный из звеньев. Звенья в виде усеченных конусов изготавливают из листовой стали толщиной 1–2 мм, длиной 0,8–1 м с диаметром проходного отверстия 300–350 мм снизу и 350–400 мм сверху. В верхней части хобота имеется загрузочная воронка. Звенья соединяются между собой с помощью подвесок.

Виброхоботы предназначены для подачи бетонной смеси с высоты 10–80 м. Они представляют собой гибкий трубопровод из секций, которые монтируют из пяти труб диаметром 350 мм. С помощью зажимов трубы прикрепляют к двум стальным канатам. Все секции, кроме нижней, состоят из труб длиной 2 м. Для быстрого укорачивания виброхобота по мере бетонирования нижняя секция выполняется из труб длиной 1 м с шарнирными быстроразъемными соединениями. Верхняя секция виброхобота оснащена загрузочной воронкой вместимостью $1,6 \text{ м}^3$. На ней и звеньях виброхобота через 4–8 м установлены вибраторы-побудители.

Для снижения скорости сброса смеси в трубопроводе устанавливают промежуточные и концевой гасители, представляющие собой звено-вставку с рассекателем потока бетонной смеси в виде трехгранной призмы. В верхней части виброхобот подвешивается к загрузочной воронке, в которой устанавливается решетка с ячейками 200×250 мм, препятствующая попаданию в гибкий трубопровод крупного заполнителя, размеры которого могут затруднить равномерную подачу бетонной смеси.

Независимо от способа подачи бетонной смеси в опалубку необходимо руководствоваться следующим.

До укладки бетонной смеси должны быть выполнены и приняты все конструктивные элементы, проверены правильность установки; надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих ее элемен-

тов; готовность к работе всех средств и механизмов для укладки бетонной смеси.

При подготовке основания необходимо удалить снег и наледь, пятна мазута, нефти, битума и масла.

В процессе укладки бетонной смеси следует принять меры для исключения расслоения бетонной смеси при свободном падении с высоты. *Свободное сбрасывание смесей в армированные конструкции допускается с высоты не более 3 м.* При увеличении высоты необходимо применять хоботы (виброхоботы), которые позволяют снизить скорость сброса смеси.

При укладке литых бетонных смесей в конструкции, имеющие наклонные поверхности, уклон открытой поверхности не должен превышать 3 %. При укладке бетонной смеси горизонтальными слоями направление бетонирования последующих слоев должно соответствовать направлению бетонирования предыдущего слоя.

Выбор толщины укладываемого слоя бетонной смеси должен осуществляться с учетом характеристик применяемых вибраторов. Ручные глубинные вибраторы типа «вибробулава» могут погружаться в бетонную смесь при ее уплотнении на глубину, равную 1,25 длины рабочей части вибратора. Толщина укладываемых слоев не должна превышать 50 см. В случае применения поверхностных вибраторов толщина уплотняемого слоя не должна превышать 25 см в неармированных конструкциях или в конструкциях с одиночной арматурой; 12 см – в конструкциях с двойной арматурой.

*Для повышения прочности и морозостойкости бетона каждый уложенный в опалубку слой бетонной смеси **подвергается уплотнению.***

Цель уплотнения – удаление пузырьков воздуха из бетонной смеси, которые попали в нее с водой, используемой для затворения сухой бетонной смеси.

В зависимости от объемов работ и величины процента армирования конструкций бетонная смесь уплотняется вручную (шуровками, трамбовками) или вибраторами (глубинными, поверхностными, навесными).

При возведении густоармированных тонкостенных конструкций (оболочек и пр.) уплотнение бетонной смеси рекомендуется выполнять:

при небольших объемах работ вручную штыкованием с помощью шуровок;

при больших объемах – с использованием навесных вибраторов.

При устройстве бетонной подготовки под полы бетонная смесь уплотняется *поверхностными вибраторами*. Продолжительность вибрирования с одной позиции поверхностными вибраторами в зависимости от подвижности смеси составляет примерно 20–50 сек. При работе с поверхностными вибраторами их переставляют так, чтобы площадка (рейка или брус) вибратора на каждой новой позиции немного (на 50–100 мм) перекрывала соседний провибрированный участок. В труднодоступных местах (углы и т. п.) бетонную смесь уплотняют ручными трамбовками.

При возведении монолитных фундаментов, колонн, перекрытий применяют, как правило, *внутренние (глубинные) вибраторы*.

Для обеспечения требуемого качества монолитных железобетонных конструкций необходимо соблюдать следующие основные правила уплотнения бетонной смеси.

1. Бетонирование следует вести так, чтобы опалубка была целиком заполнена однородной бетонной смесью.

2. Бетонная смесь должна быть уложена плотно, без пустот между стержнями арматуры или между арматурой и опалубкой. Особенно тщательно следует обрабатывать вибратором бетонную смесь в местах с густым армированием, у стенок опалубки и в углах.

3. Время вибрирования в одной точке погружения вибронаконечника зависит от параметров вибратора, подвижности бетонной смеси, степени армирования.

Вибрирование на очередной позиции прекращают при появлении следующих признаков достаточного уплотнения смеси:

прекращается оседание смеси;

опалубка наполнилась хорошо, особенно в углах;

появляется цементное молочко на горизонтальной поверхности уплотняемого слоя;

прекращается выделение пузырьков воздуха из уплотняемой смеси.

Как правило, вибрирование происходит в течение 15–30 сек.

Более длительное вибрирование может привести к расслоению бетонной смеси.

Вынимать вибронаконечник из бетонной смеси при включенном двигателе следует медленно, чтобы пустота под наконечником успела заполниться бетонной смесью.

Расстояние между точками вибрации S , см, рекомендуется определять по формуле

$$S = 0,875D,$$

где D – диаметр сферы действия вибратора, см.

На практике шаг перестановки глубинных вибраторов принимают не более 1,5 радиуса их действия.

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

При непрерывной укладке бетонной смеси слоями область уплотнения должна включать в себя и уплотняемый слой, и от 10 до 15 см нижележащего слоя: это обеспечивает более надежную связь обоих слоев бетонной смеси. Внутренним вибратором касаться опалубки нельзя. Схема послойного уплотнения бетонной смеси в опалубке представлена на рис. 9.7.

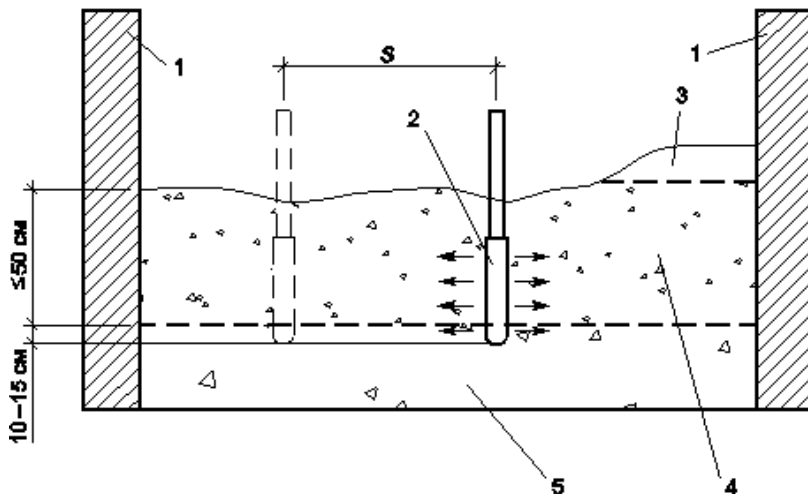


Рис. 9.7. Схема послойного уплотнения бетонной смеси в опалубке:
 1 – опалубка; 2 – внутренний вибратор; 3 – неуплотненный слой;
 4 – уплотняемый слой; 5 – ранее уплотненный слой

Во время работы вибраторов их опирание на арматуру монолитных конструкций недопустимо.

Добавление воды в бетонную смесь на стадии уплотнения запрещено, так как это сильно снижает прочность и плотность бетона.

Правильно запроектированные **режимы выдерживания бетона в опалубке и уход за ним** существенно влияют на время оборачиваемости комплекта опалубки, используемого на стройплощадке.

Режимы выдерживания бетона (продолжительность и температурно-влажностные условия твердения бетонной смеси до набора распалубочной или критической прочности) определяются расчетами с учетом удельного тепловыделения цемента, состава бетона, удобоукладываемости бетонной смеси, модуля поверхности конструкций.

Технология производства бетонных работ при отрицательных температурах изложена в п. 9.2.

При положительных температурах наружного воздуха уход за бетоном предполагает поддержание во влажном состоянии открытых поверхностей свежееуложенного бетона. При температуре окружающей среды ниже +5 °С бетон не поливают.

Влажностный уход за бетоном рекомендуется начинать через 4 часа после его укладки в опалубку. Однако в сухой (влажность воздуха меньше 30 %) и жаркий период (температура воздуха выше 30 °С), а также в ветреную погоду при интенсивности испарения влаги более 0,5 кг/(м²·ч) поверхность бетона рекомендуется укрывать влагонепроницаемой пленкой сразу после укладки бетонной смеси.

При влажностном уходе за бетоном необходимо:

предохранять его от воздействия ветра и прямых солнечных лучей, систематически поливать влагоемкие покрытия из мешковины, опилок и т. д., укладываемые на открытых поверхностях бетона;

влагоемкие покрытия поливать так часто, чтобы поверхность бетона в период ухода была постоянно влажной;

в сухую и жаркую погоду открытые поверхности бетона поддерживать во влажном состоянии до достижения бетоном 75 % проектной прочности.

В сухую жаркую погоду после окончания периода влажностного ухода *следует предпринимать специальные меры для предотвращения образования микротрещин*, появляющихся из-за интенсивного испарения влаги. С этой целью после прекращения полива не следует удалять материал, покрывающий бетон, еще от 2 до 4 суток.

При применении метода ухода, при котором снижение потерь влаги при испарении *достигается без увлажнения*, следует предусматривать укрытие поверхности водо- и паронепроницаемыми материалами: битуминизированной бумагой, пленками из полимерных материалов, жидкими пленкообразующими материалами. В этом случае полосы бумаги или пленки следует укладывать внахлестку, спуская края с горизонтальной на вертикальную поверхность. Разрывы влагозащитных покрытий следует закрывать дополнительным слоем.

В солнечную погоду при температуре воздуха выше 25 °С в бетоне, закрытом полимерными пленками, могут возникнуть высокие деструктивные температурные градиенты. С целью снижения температурных градиентов следует применять металлизированные пленки с высокой отражающей способностью или закрывать бетон комбинированным покрытием, в котором пленка прошита в пакет со слоем мешковины.

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

Распалубливание фундаментов начинают через 48–72 часа с демонтажа угловых щитов. Если набранная бетоном прочность обеспечивает сохранность углов, кромок и поверхностей, приступают к демонтажу остальных щитов. Если бетон оплывает, то боковые щиты ставят на место и демонтаж опалубки временно прекращается.

К демонтажу опалубки несущих конструкций (колонны, балки, ригели, плиты перекрытия и др.) приступают после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность конструкций.

9.2. Бетонные работы при отрицательных температурах

Общие положения

Формирование прочностных характеристик бетона при отрицательных температурах наружного воздуха (зимние условия) имеет свои особенности.

Основной проблемой является замерзание в начальный период структурообразования бетона несвязной воды затворения. При отрицательных температурах наружного воздуха вода, не вступившая в реакцию гидратации с цементом, переходит в лед и, следовательно-

но, бетон не твердеет. Тонкий слой воды, находящийся на поверхности крупного заполнителя и арматуры, в процессе замораживания свежееуложенного бетона образует вокруг арматуры и зерен заполнителя ледяные пленки. Благодаря притоку воды из менее охлажденных зон бетона, эти пленки увеличиваются в объеме и препятствуют необходимому сцеплению арматуры и заполнителя с цементным тестом.

Это приводит к тому, что в бетоне развиваются значительные силы внутреннего давления, вызванные увеличением (примерно на 9 %) объема воды при переходе ее в лед. *При раннем замораживании бетона уже сформировавшаяся структура бетонного камня нарушается этими силами. При последующем оттаивании замерзшая вода вновь превращается в жидкость и процесс гидратации цемента возобновляется, однако разрушенные структурные связи в бетоне полностью не восстанавливаются. Конечная прочность бетона оказывается на 15–20 % ниже прочности бетона, выдержанного в нормальных условиях твердения; уменьшается его плотность и долговечность.*

Теоретически и практически доказано, что после оттаивания замерзшего бетона в нем будет продолжаться процесс набора прочности до заданной марочной при условии набора им к моменту заморзания так называемой **критической прочности**. *Поэтому цель зимнего бетонирования – предохранение бетона от заморзания в ранние сроки, обеспечение надлежащих условий его твердения, приводящих к набору критической прочности.*

Минимальную прочность, при которой замораживание для бетона не опасно, называют критической. Величина нормируемой критической прочности зависит от факторов, включающих тип монолитной конструкции, класс примененного бетона, условия его выдерживания, срок приложения проектной нагрузки к конструкции, условия эксплуатации, и составляет для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой – 50 % проектной прочности для В7,5 – В10; 40 % для В12,5 – В25 и 30 % для В30 и выше; с предварительно напрягаемой арматурой – 80 % проектной прочности.

Основной целью зимнего бетонирования является обеспечение условий, при которых монолитные бетонные и железобетонные конструкции в короткие сроки с наименьшими затратами могут набрать критическую прочность.

Для решения поставленной цели на строительной площадке рекомендуется руководствоваться следующей технологией при зимнем бетонировании.

Температура укладываемой в конструкцию бетонной смеси должна быть не ниже определенной расчетом для метода термоса и не ниже +5 °С при искусственном прогреве и применении противоморозных добавок.

При приготовлении бетонной смеси в зимних условиях ее температуру повышают до 35–45 °С путем подогрева заполнителей и воды. Такая температура бетона обеспечивается подогревом заполнителей – песка и щебня – не выше 60 °С при помощи паровых регистров, во вращающихся барабанах и установках с продувкой дымовых газов через слой заполнителя – горячей водой. Воду подогревают в бойлерах или водогрейных котлах до 90 °С.

Подогрев цемента запрещается, но его рекомендуется хранить в утепленном помещении. Температура приготовленной бетонной смеси при выходе из бетономешалки оказывается в этом случае в пределах до +45 °С. *При приготовлении подогретой бетонной смеси во избежание «заваривания» цемента вначале в барабан смесителя заливают 50 % воды затворения, засыпают крупный заполнитель, а после нескольких оборотов барабана бетономешалки – песок, цемент, заливают оставшееся количество воды. По сравнению с летним периодом продолжительность перемешивания увеличивается в 1,25–1,5 раза.*

Транспортирование бетонной смеси осуществляют в закрытой утепленной и прогретой перед началом работы таре (бадья, кузова машин). Автомашины имеют двойное днище, в полость которого поступают отработанные газы мотора, что предотвращает потери тепла. Бетонную смесь следует транспортировать от места приготовления до места укладки по возможности быстрее и без перегрузок. Места погрузки и выгрузки должны быть защищены от ветра, а средства подачи бетонной смеси в конструкции (хоботы, виброхоботы и др.) утеплены.

Подготовка основания, на которое будут укладывать бетонную смесь, заключается в его отогреве до положительной температуры и предохранении от промерзания. Слой старого или ранее уложенного бетона отогревают на 30 см и предохраняют от промерзания все то время, которое требуется свежеложенному бетону для

приобретения начальной прочности, которая не может быть ниже критической.

Опалубку и арматуру до бетонирования очищают от снега и наледи. Арматура диаметром 25 мм и более, жесткие прокатные профили и крупные металлические закладные детали при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже отогревают до положительной температуры.

Для предотвращения примерзания опалубки к бетону распалубливание осуществляют при температуре контактирующего слоя не ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Так как основная цель зимнего бетонирования – обеспечение условий, позволяющих набрать монолитным конструкциям критическую прочность, приоритетом технологии бетонных работ при отрицательных температурах является выбор эффективного способа выдерживания бетона монолитных конструкций в опалубке.

Укажем основные способы выдерживания бетона монолитных конструкций согласно рекомендуемым нормативным документам ТКП 45-5.03-21-2006.

Способ термоса. Сущность этого способа заключается в том, чтобы сохранить утепленной опалубкой аккумулированную энергию от нагрева воды и наполнителей, а также теплоту, выделяющуюся в процессе экзотермической реакции гидратации цемента с водой. Данный способ эффективен при возведении массивных бетонные и железобетонные конструкций с модулем поверхности от 3 до 6 м^{-1} . Для минимизации основного недостатка способа термоса (большая продолжительность выдерживания бетона в утепленной опалубке) рекомендуется введение противоморозных добавок или ускорителей твердения бетона в бетонную смесь при ее приготовлении.

Введение противоморозных добавок в бетонную смесь при ее приготовлении обеспечивает протекание реакции гидратации цемента и твердения бетона при температуре наружного воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Добавки вводят в бетонную смесь в виде водных растворов солей нитрита натрия (НН), нитрита калия (НК), поташа (П), хлористого натрия (ХН) и др. Противоморозные добавки добавляют в бетонную смесь в процентном отношении к массе цемента.

Ускорители твердения позволяют существенно снизить сроки набора бетоном величины нормируемой критической прочности и тем самым снизить затраты на эксплуатацию утепленной опалубки. Ускоряющие твердение бетона добавки являются пластификаторами

и добавляют их при замесе бетона вместе со всеми ингредиентами твердения в виде водных растворов. Сегодня рекомендуют применять добавки Универсал П-2, Релаксол, Реламикс-ПК.

Для бетонирования конструкций с модулем поверхности $M_{п} \leq 12 \text{ м}^{-1}$ способом термоса практики рекомендуют применять ***предварительный электрорагрев бетонной смеси***, который заключается в быстром разогреве бетонной смеси в построечных условиях путем пропускания через нее электрического тока и укладке смеси в утепленную опалубку. Бетон достигает заданной прочности в процессе медленного остывания в опалубке.

Продолжительность электрорагрева бетонной смеси до заданной температуры составляет от 5 до 20 мин.

Бетонную смесь следует транспортировать к месту укладки без перегрузок в промежуточные емкости, а укладку ее в опалубку производить в минимально короткие сроки. Время от момента окончания разогрева до окончания виброуплотнения не должно, как правило, превышать 15 мин.

Разогретую бетонную смесь укладывают в конструкцию (подготовленную опалубку) и уплотняют обычными способами. Сразу после уплотнения неопалубленную поверхность бетона укрывают влаго- и теплоизолирующим покрытием расчетной толщины, обеспечивающей последующее остывание монолитной конструкции по заданному температурному режиму.

Согласно ТКП 45-5.03-21-2006 при возведении монолитных конструкций с модулем поверхности от 6 до 10 м^{-1} (колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, стены, перекрытия и др.) рекомендуется применять ***способы искусственного прогрева бетона***. Сущность искусственного прогрева заключается в обеспечении требуемой температуры бетона во время его выдерживания в опалубке до набора им критической или заданной прочности.

Искусственный прогрев базируется на применении следующих методов: *бетонирование в тепляках; электродный прогрев бетона; обогрев бетона с применением нагревательных проводов; прогрев бетона в термоактивной опалубке.*

Бетонирование в тепляках. Тепляки – это временные сооружения или приспособления, внутри которых поддерживается положительная температура для обеспечения твердения бетона, а в некоторых случаях и для производства подготовительных и бетонных

работ. По конструкции, габаритам и способам укладки в них бетонной смеси применяют тепляки следующих типов.

Малые – это палатки из паронепроницаемых материалов, в которых укладка смеси производится средствами механизации, расположенными вне тепляка, или тепляк устраивается немедленно после укладки бетона. Малые тепляки-палатки рекомендуется применять при бетонировании конструкций небольших размеров в плане (фундаменты под колонны, под оборудование, опоры, небольшие устои мостов и т. п.).

Объемные тепляки, внутри которых размещаются средства механизированной укладки бетона и производятся подготовительные и бетонные работы.

Подвижные тепляки с легким металлическим каркасом применяют для бетонирования протяженных конструкций (ленточных фундаментов, монолитных каналов подземных коммуникаций и т. п.) по захваткам. Тепляк перемещают по подготовленным направляющим или опорам. Установку опалубки и арматуры, а также распалубку захватки осуществляют вне тепляка.

Подъемные тепляки используются для возведения высотных железобетонных сооружений в скользящей опалубке. Технология производства бетонных с использованием таких тепляков апробирована при строительстве объектов в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера Российской Федерации.

Для создания и поддержания достаточно равномерной температуры в тепляках необходимо размещать воздухонагреватели равномерно по периметру внутреннего пространства тепляка и направлять теплый воздух вниз либо устанавливать воздухонагреватели в одном месте и подавать теплый воздух в другие зоны тепляка

Электродный прогрев бетона (электропрогрев) основан на выделении внутри твердеющего бетона тепловой энергии, получаемой при пропускании переменного электрического тока через жидкую фазу бетона, используемую в качестве омического сопротивления. Для питания электропрогрева и других способов электротермообработки применяют, как правило, понижающие трансформаторы. Благодаря омическому сопротивлению пониженное напряжение в электроцепи подводят к прогреваемой монолитной конструкции посредством различных электродов (стержневых, полосовых и струнных), погружаемых в бетон или соприкасающихся с ним по поверх-

ности. Область применения электропрогрева – прогрев монолитных конструкций с модулем поверхности $5\text{--}20 \text{ м}^{-1}$.

Пластинчатые электроды применяют для сквозного прогрева конструкций толщиной до 300 мм (балки, прогоны, стены, перегородки, тоннели и т. п.). Их изготавливают из кровельной стали толщиной до 4 мм; они крепятся к палубе стальных щитов. Располагаются электроды на противоположных поверхностях конструкции опалубки (см. рис. 9.8, *a*).

Полосовые электроды применяют для периферийного прогрева конструкций толщиной до 300 мм (балки, прогоны, стены, перегородки, тоннели и т. п.). Электроды изготавливают из полосовой стали толщиной до 4 мм. Электроды располагают вертикально и закрепляют на деревянной палубе щитов опалубки. В зависимости от области применения опалубки электроды могут располагаться на одной поверхности конструкции, на двух противоположных поверхностях конструкции или с расположением на всех опалубленных плоскостях конструкции. Расстояние между электродами находится в пределах от 150 до 400 мм. Оно уточняется и при необходимости корректируется расчетом удельной мощности, которую обеспечивает принятая схема их размещения. Схемы расстановки полосовых электродов на щитах опалубки при сквозном и периферийном прогреве приведены на рис. 9.8, *б, в, г*.

Наряду с электродами, установленными на деревянной палубе щитов опалубки, применяют стержневые электроды из круглой стали диаметром от 4 до 10 мм. Такие электроды устанавливают (забивают) в бетон отдельно или в виде плоских электродных групп. Применяют такое решение для сквозного прогрева конструкций любых размеров и типов (рис. 9.8, *д, е*).

Для искусственного прогрева бетона конструкций, длина которых значительно превышает размеры сечения (балки, прогоны, колонны и т. п.), рекомендуется применять струнные электроды. Изготавливаются они из круглой стали диаметром от 4 до 16 мм. Электроды устанавливают по оси конструкции или параллельно оси.

Электрообогрев нагревательными проводами рекомендуется применять для монолитных конструкций с модулем поверхности $M_{\text{п}} = 6\text{--}10 \text{ м}^{-1}$, бетонирование которых может производиться при минимальной температуре воздуха до $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

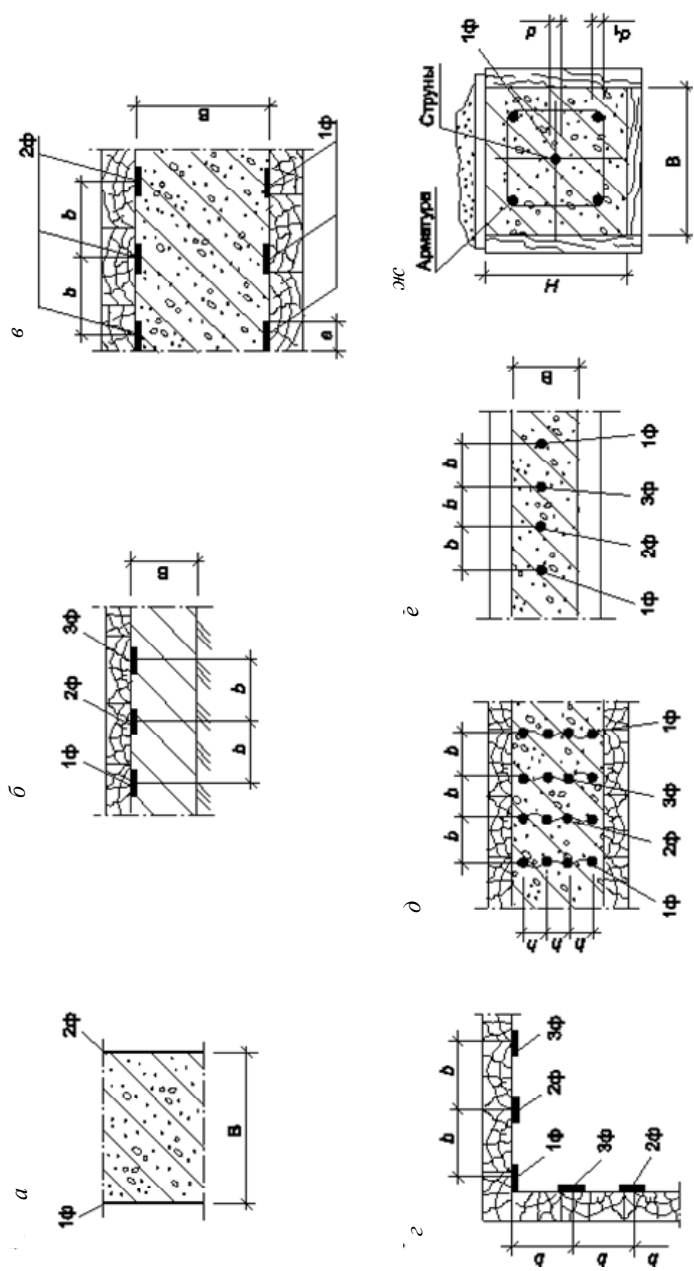


Рис. 9.8. Схемы размещения электродов:
a – пластинчатых; *б* – при периферийном прогреве; *в* – при двухстороннем сквозном прогреве; *г* – при периферийном прогреве массивных конструкций полосовыми электродами; *д* – при прогреве с помощью плоских групп стержневых электродов; *е* – при прогреве стержневыми электродами; *ж* – при прогреве струнными электродами;
1φ, 2φ, 3φ – фазы понижающего трансформатора

Сущность электрообогрева нагревательными проводами заключается в передаче контактным путем выделенного проводами тепла в бетон. Провода со стальной токонесущей изолированной жилой, подключаемые в электрическую сеть, работают как нагреватели сопротивления. Нагревательные провода закладываются непосредственно в массив конструкции, где они и остаются. В монолитных железобетонных конструкциях провода размещают на арматурном каркасе после установки арматуры в проектное положение. Крепление провода к арматуре производят с помощью скруток из мягкой вязальной проволоки, обрезками изолированного провода, пластмассовыми фиксаторами, скрепками из стальной проволоки, полиэтиленовым шпагатом. Во избежание обгорания изоляции, замыкания на массу и перегорания нагревательного провода устраивают выводы нагревательного провода из бетона с помощью монтажного провода. Узлы соединения тщательно изолируют. Перед укладкой бетонной смеси проверяют мегомметром отсутствие замыкания шинпроводов на массу.

Для обогрева монолитных бетонных и железобетонных конструкций рекомендуется применять нагревательный провод марки ПНСВ с жилой из стальной оцинкованной проволоки диаметром 1,2 мм, покрытой слоем изоляции (поливинилхлоридный пластикат толщиной 0,8 мм).

Для этих целей могут также использоваться аналогичные по конструкции провода марок ПВЖ, ППЖ, ПРСП и нагревательные провода марок ПОСХВ, ПОСХВП и др. – с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката или полиэтилена. Нагревательные провода с поливинилхлоридной изоляцией рекомендуются для обогрева армированных монолитных конструкций, а провода с полиэтиленовой изоляцией – неармированных.

Основными требованиями для обеспечения нормального обогрева с помощью нагревательных проводов являются: предотвращение механических повреждений изоляции при размещении и закреплении проводов на арматурном каркасе; устранение возможности коротких замыканий токоведущей жилы с арматурой, стальной опалубкой и другими металлическими элементами. Нагревательный провод укладывают в конструкцию без натяжения; в угловых местах, местах возможного перегиба провода устраивают дополнительную изоляцию из рубероида или битумизированной бумаги. Диаметр, длина нагревательного провода и шаг его раскладки в конструкции в зависимости

от температуры наружного воздуха и электрического напряжения принимаются по расчету. Укладку бетонной смеси в конструкцию производят только после раскладки нагревательных проводов, подключения их к шинопроводу, проверки работы всей системы обогрева.

Подготовку конструкции к бетонированию и укладку бетонной смеси при отрицательных температурах наружного воздуха производят с учетом следующих требований. Арматура диаметром 25 мм и более, прокатные профили и крупные закладные детали конструкции должны быть отогреты до положительной температуры. Укладку бетонной смеси следует вести непрерывно, без перерывов, обеспечивая минимальное охлаждение смеси при ее подаче и укладке. Температура уложенной в опалубку смеси не должна быть ниже +5 °С.

После укладки бетонной смеси горизонтальную поверхность конструкции укрывают гидроизоляционным материалом (полиэтиленовой пленкой, пергамином, толем и др.) и слоем теплоизоляции (минераловатные маты, пенополистирол и др.). Выбор и расчет режима обогрева бетона с применением нагревательных проводов приведен в разд. 9 ТКП 45-5.03-21-2006.

Прогрев бетона в термоактивной опалубке используется для обогрева бетонных и железобетонных конструкций различных конфигураций и размеров (колонн, стен, перекрытий, балок, бункеров и пр.) с модулем опалубливаемой поверхности $M_{\text{п}} = 2 \text{ м}^{-1}$ и более.

Бетонирование конструкций в термоактивной опалубке допускается при температуре наружного воздуха до -40°С. Возможна эксплуатация термоактивной опалубки при более низкой температуре, если средства механизации бетонных работ приспособлены для работы в таких условиях. Температура бетонной смеси перед ее укладкой в опалубку должна быть не ниже 5–7 °С. Скорость подъема температуры бетона не должна превышать:

для конструкций с модулем поверхности $M_{\text{п}}$ от 2 до 4 м^{-1} – 5 °С/ч;
от 4 до 6 м^{-1} – 8 °С/ч;
более 6 м^{-1} – 10 °С/ч;

в каркасных и тонкостенных конструкциях длиной до 6 м, а также в конструкциях, возводимых в скользящей опалубке – 15 °С/ч;
при замоноличивании стыков – 20 °С/ч.

Предельная температура обогрева бетона не должна превышать: для конструкций с $M_{\text{п}}$ от 2 до 4 м^{-1} – 40 °С; от 4 до 6 м^{-1} – 60 °С; от 6 до 10 м^{-1} – 80 °С.

В конструктивном решении термоактивная опалубка представляет собой щиты опалубки заводского изготовления, в которые устанавливаются стандартные и аттестованные электрические нагреватели. В качестве нагревателей в опалубке могут применяться: трубчатые электронагреватели (ТЭНы), электрокабели и провода, электропроводные углеродистые ткани и ленты, пластины из них, полимерные греющие провода, проволочные, сетчатые, пластинчатые, стержневые и другие, соответствующие требованиям по электрическому сопротивлению и со сроками службы не менее 1000 ч.

Закрепление нагревателей на опалубочных щитах должно осуществляться способом, обеспечивающим их плотное примыкание к поверхности опалубки и надежное крепление. В металлических опалубках нагревательные элементы следует размещать в межреберном пространстве. Пример размещения и подключения нагревательных элементов приведен на рис. 9.9.

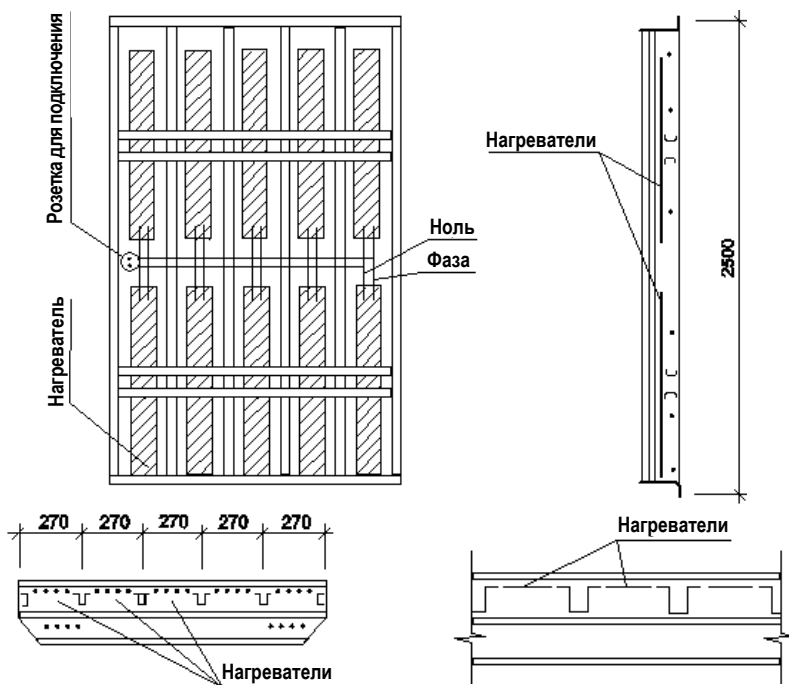


Рис. 9.9. Размещение и подключение нагревательных элементов в межреберном пространстве крупнощитовой металлической опалубки

С внешней стороны нагревательные элементы и открытые поверхности опалубки покрывают теплоизоляционными материалами (пенополиуретан, минеральная вата, минеральная плита и др.), поддерживающими температуру нагрева элементов. Толщину утепления определяют теплотехническими расчетами.

Перед закреплением теплоизоляции проводят испытание всей системы нагревательных элементов под током соответствующего напряжения для проверки надежности нагрева, изоляции проводов и в местах подсоединения проводов с нагревателями. При испытаниях и в условиях эксплуатации подача тока осуществляется через понижающий трансформатор с подачей соответствующего напряжения.

По степени нагрева нагреватели могут быть низкотемпературные (из проводов ПОСХВ, ПОСХП, ПНСВ и др.), которые применяют при мягких режимах прогрева и высокотемпературные (из труб, кабелей, ТЭНы и др.), используемые при режимах прогрева до высоких температур (70–80 °С) в крупногабаритных и многооборотных опалубках.

Укладку, распределение и уплотнение бетонной смеси в термоактивной опалубке производят так же, как и в летних условиях. Для уменьшения тепловых потерь рекомендуется укрывать опалубочные формы конструкций с модулем опалубливаемой поверхности $M_n \leq 4 \text{ м}^{-1}$ полотнищами брезента сверху, а подачу бетонной смеси осуществлять через люки или отверстия, открываемые на время бетонирования.

В период термообработки необходимо контролировать температуру прогрева. Замеры температуры с записью в журнал прогрева выполняются:

через 30–60 минут (в период подъема температуры);

через 60–90 минут (в период прогрева);

1 раз в смену (при остывании).

При обнаружении нарушений режима прогрева необходимо принимать соответствующие меры: например, при перегреве бетона – периодически отключать ток, при падении температуры принимать меры к усилению прогрева.

Продолжительность термообработки монолитных конструкций основных типов в термоактивной опалубке рекомендуется определять, руководствуясь номограммами, представленными на рис. 4 и 5 в ТКП 45-5.03-21-2006.

Термоактивная опалубка может быть демонтирована после завершения периода изотермического выдерживания, при этом процесс остывания конструкций должен происходить под укрытиями из этафома, брезента, полиэтиленовой пленки или инвентарных тепляков.

Наряду с вышеперечисленными нагревателями, в опалубке все более широко применяют термопрессованные опалубочные плиты (ТОП). Они изготавливаются из отходов синтетических волокон. Плиты водостойчивые, не подвержены коррозии и гниению и обладают определенными теплозащитными свойствами. Новый материал способствовал разработке термоактивной опалубочной плиты (ТАОП), представляющей собой плоскую плиту с запрессованными внутрь проволочными нагревателями марки ПНСВ.

Плиты ТАОП рекомендуется использовать как в качестве инвентарного греющего покрытия плоских бетонных конструкций, так и в качестве греющей палубы мелкощитовых опалубок (рис. 9.10). Инвентарное греющее покрытие имеет максимальные размеры 1800 × 850 мм при толщине 10, 12, 15 мм. При использовании в мелкощитовых опалубках типоразмеры плит ТАОП соответствуют размерам щитов.

При использовании сухих бетонных смесей применяют паропрогрев с нагнетанием пара в объем бетона.

Суть способа состоит в том, что в опалубку укладывают и уплотняют сухие бетонные смеси. Затем через металлические трубы диаметром от 25 до 50 мм с перфорацией (отверстия диаметром от 5 до 10 мм) в сухую смесь нагнетается водяной пар под избыточным давлением от 0,3 до 0,6 МПа. В результате конденсации пара при контакте с более холодными компонентами сухой бетонной смеси образуется вода, обеспечивающая реакцию гидратации и твердения цемента. Выделяемое при реакции гидратации большое количество тепла приводит к разогреву бетона за относительно короткий период времени подачи пара.

Водяной пар для влагонасыщения и разогрева бетона может быть получен от теплоцентрали либо от мобильных передвижных парогенерирующих устройств, смонтированных на шасси автомобиля (ППУ-160-100) или на прицепных шасси.

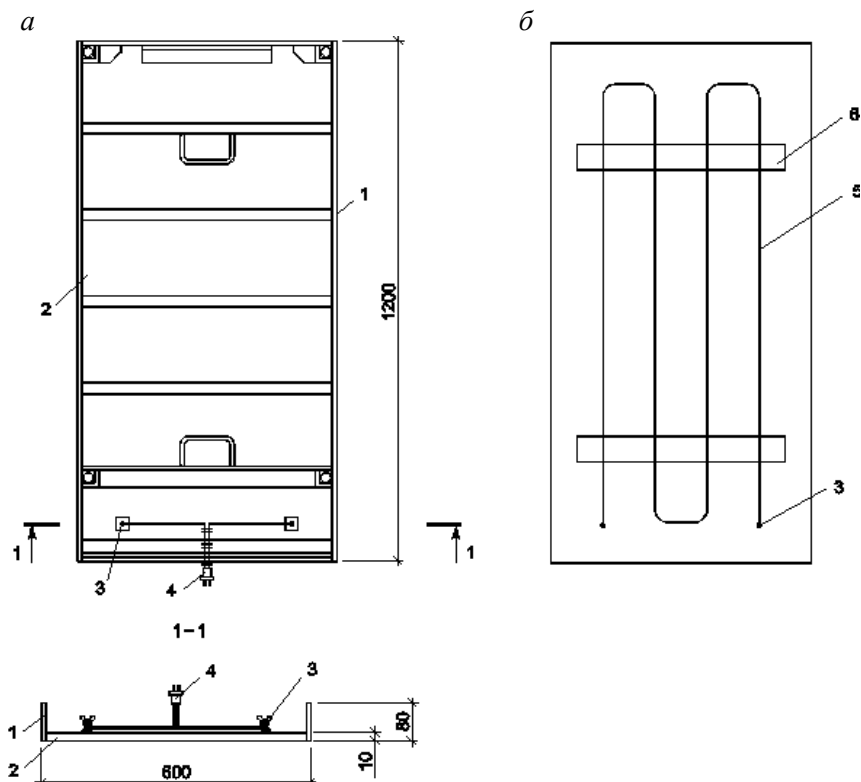


Рис. 9.10. Мелкощитовая опалубка МОДОСТР-КОМБИ с греющей плитой ТАОП:
а – щит мелкощитовой опалубки МОДОСТР-КОМБИ с палубой из ТАОП;
б – термоактивная опалубочная плита (ТАОП);
1 – каркас щита; *2* – плита ТАОП; *3* – клеммы; *4* – кабельный отвод с вилкой;
5 – нагревательный провод; *6* – полимерный каркас

9.3. Специальные методы бетонирования

Согласно действующим нормативным документам при невозможности или неэффективности применения традиционной технологии бетонирования допускается применение специальных методов бетонирования, основными из которых являются *вакуумирование*, *торкретирование бетона*, *подводное бетонирование*.

Вакуумирование бетона – технологический метод, позволяющий извлечь из уложенного бетона около 25 % воды затвердения

с сопутствующим или дополнительным уплотнением. Метод дает возможность применять бетонные смеси с подвижностью до 10 см, что упрощает и удешевляет их распределение и уплотнение. При этом достигается существенное улучшение физико-механических характеристик затвердевшего бетона, соответствующих пониженному остаточному водоцементному отношению.

В зависимости от типа конструкции вакуумирование производят либо сверху, либо со стороны боковых поверхностей возводимой конструкции. Горизонтальные и пространственные конструкции (например, междуэтажные перекрытия, своды-оболочки, полы) вакуумируют сверху, применяя жесткие переносные вакуум-щиты или вакуумные маты, а стены, колонны и другие развитые по высоте конструкции – со стороны боковых поверхностей, используя для этого вакуум-опалубку.

Конструктивно вакуум-щит представляет собой короб (обычно размером в плане 100 × 125 см) с герметизирующим замком по контуру (рис. 9.11, а). Герметизированная коробка верхнего покрытия выполняется из стали, водостойкой фанеры или стеклопластика. Снизу щит оборудован вакуум-полостью, которая непосредственно соприкасается с бетоном. Эта полость создается путем прокладки двух слоев металлической тканой и плетеной сеток, прикрепляемых на внутренней поверхности щита. Благодаря изогнутости проволоки сетка образует в своем сечении сообщающиеся между собой мелкие (тонкие) воздушные каналы, которые в сумме и составляют тонкую воздушную прослойку (вакуум-полость).

Сейчас вместо металлических переходят на использование некорродирующих легких штампованных сеток из пластмасс. Во избежание уноса из свежееуложенного бетона цементных частиц вся поверхность сетки, обращенная к бетону, покрывается фильтрующей тканью из нейлона или капрона.

Для создания в вакуум-полости разрежения и удаления части воды затворения и воздуха в центре вакуум-щита установлен штуцер, подсоединяемый к источнику вакуума. По периметру вакуум-щит имеет резиновый фартук для герметизации.

Вакуум-мат состоит из двух самостоятельных элементов: нижнего и верхнего (рис. 9.11, б). Нижний элемент, укладываемый на бетон, представляет собой фильтрующую ткань, которая прошита сеткой из лавсана. Верхний элемент – герметизирующий. Его вы-

полняют из газонепроницаемой синтетической ткани и раскатывают поверх фильтрующего элемента. По продольной оси верхнего элемента расположен отсасывающий перфорированный шланг, подсоединяемый через штуцер к источнику вакуума.

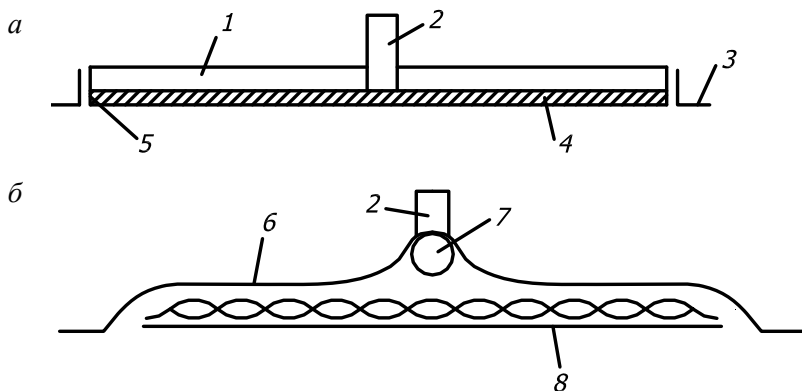


Рис. 9.11. Вакуумирование бетона:

- а* – конструктивная схема вакуум-щита; *б* – конструктивная схема вакуум-мата;
 1 – щит-опалубка; 2 – штуцер; 3 – резиновый фартук; 4 – вакуум-полость;
 5 – герметизирующий замок; 6 – плетеная сетка; 7 – тканевая сетка;
 8 – фильтровальная ткань

Вакуум-опалубку изготавливают на основе обычной сборно-разборной опалубки. Для этого опалубочные щиты со стороны палубы оборудуют по высоте горизонтальными изолированными друг от друга вакуум-полостями, которые по мере укладки бетонной смеси подключают к источнику вакуума. Вакуум-опалубку можно также собирать из вакуум-щитов, обеспечивая при этом неизменяемость их положения элементами жесткости и крепежными деталями.

В зависимости от условий вакуумирования бетона – с помощью вакуум-щитов (вакуум-матов) или вакуум-опалубок – физические процессы протекают по-разному.

При вакуумировании бетона вакуум-щитами (вакуум-матами), имеющими возможность перемещения в сторону бетона, одновременно с отсосом воды и воздуха происходит дополнительное статическое уплотнение вследствие разности атмосферного давления и давления в вакуум-полости. При этом величина действующего уси-

лия достигает 1–15 кН/м². С удалением от поверхности вакуумирования давление, передаваемое на бетон, снижается, так как часть нагрузки расходуется на преодоление сил внутреннего трения и развития контактных напряжений в твердой фазе.

Торкретирование бетона – технологический процесс нанесения в струе сжатого воздуха (0,15–0,35 МПа) на поверхность конструкции или опалубки одного или нескольких слоев цементно-песчаного раствора (торкрет) или бетонной смеси (торкретбетон). Благодаря большой кинетической энергии, развиваемой частицами смеси (песок), нанесенный на поверхности раствор (бетон) приобретает повышенные характеристики прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, сцепления с поверхностями нанесения. В состав торкрета входят цемент и песок, в состав торкретбетона, помимо цемента и песка, входит крупный заполнитель размером до 30 мм. Растворы или бетонные смеси приготавливают на портландцемен-тах марки не ниже М400.

Процесс нанесения слоя торкрета (торкретбетона) включает две стадии:

на первой стадии на поверхности нанесения происходит налипание пластичного слоя, состоящего из раствора с самыми мелкими фракциями заполнителя; толщина слоя цементного молока (способного поглотить энергию удара крупных частиц заполнителя и удерживать крупные частицы) и тонких фракций составляет 5–10 мм;

на второй стадии происходит частичное проникновение в растворный слой зерен более крупного заполнителя, что и завершает процесс образования слоя торкрета или торкретбетона.

Торкретирование сопровождается потерей некоторого количества материала (крупных частиц песка), отскакивающего от поверхности нанесения (так называемый «отскок»). Величина отскока частиц зависит от условий производства работ, состава смеси, размера крупных частиц заполнителя и кинетической энергии частиц при ударе.

В начальной стадии нанесения почти все частицы крупного заполнителя отскакивают от поверхности и только цемент и зерна мелких фракций заполнителя удерживаются на ней. Поэтому первоначально наносимый слой толщиной до 2 мм состоит в основном из цементного теста. По мере увеличения толщины наносимого слоя более крупные частицы заполнителя начинают задерживаться в нем, после чего устанавливается постоянный процент отскока.

Количественно величина отскока при торкретировании вертикальных поверхностей (стен) составляет 10–20 %, а при торкретировании потолочных поверхностей 20–30 %. Уменьшение объема отскока достигается выбором оптимальных скоростей выхода смеси из сопла и расстояния от сопла до поверхности нанесения торкрета или торкретбетона.

Торкретирование осуществляют «сухим» и «мокрым» способами.

При сухом способе исходная сухая смесь во взвешенном состоянии подается в насадку (сопло), в которую в нужном количестве поступает вода затворения. В сопле происходит перемешивание смеси с последующей подачей ее под давлением сжатого воздуха на бетонизируемые поверхности;

При мокрым способе в сопло под давлением сжатого воздуха поступает готовая смесь. В сопле смесь переводится во взвешенное состояние и под давлением наносится на бетонизируемые поверхности.

Сухой способ применяют для нанесения торкрета, а мокрый – для торкрета и торкретбетона. Каждый из способов характеризуется своими техническими средствами и особенностями выполнения операций.

Основные технические средства для торкретирования *сухими смесями* включают агрегат для нанесения смеси, компрессор, сопло, шланги для подачи к соплу сухой смеси, воздуха и воды.

Рекомендуется следующая технологическая последовательность выполнения операций при данном способе: вначале выполняется загрузка приготовленной сухой смеси в установку; затем – дозированная подача сухой смеси в струю сжатого воздуха по шлангам к соплу и дозированная подача в сопло воды под давлением и перемешивание раствора в сопле. Нанесение с высокой скоростью на торкретируемую поверхность готовой смеси осуществляется выходящим из сопла факелом.

Для торкретирования сухим способом используют чистый песок влажностью не более 6 %, модулем крупности 2,5 – 3 при максимальной крупности отдельных зерен 5 мм. Диапазон соотношения между массой цемента и песком 1 : 3 – 1 : 4,5. Избыточное давление воздуха в цемент-пушке принимают обычно 0,2–0,3 МПа, что обеспечивает выход из сопла увлажненной смеси со скоростью 100 м/с.

Для получения плотного слоя торкрета равномерной толщины сопло держат на расстоянии 0,6–1 м от поверхности нанесения. Перемещают его круговыми движениями, а струю смеси направляют

ют перпендикулярно ей. Чтобы не допускать оплывания, толщина слоев, одновременно наносимых торкретированием, должна быть не более 15 мм при нанесении на горизонтальные (снизу вверх) или вертикальные неармированные поверхности и 25 мм при нанесении на вертикальные армированные поверхности. При наличии нескольких слоев последующий слой наносят с интервалом, определяемым из условия, чтобы под действием струи свежей смеси не разрушался предыдущий слой (определяется опытным путем).

Основными техническими средствами при *мокроем способе торкретирования* являются нагнетатели. С помощью насоса плотный поток готовой смеси подается к форсунке, куда вводится дополнительный высокоскоростной поток сжатого воздуха, создаваемый внешним компрессором, который служит несущим и направляющим агентом для бетонной смеси. Преимуществами «мокрого» торкретирования, кроме высокой производительности, являются низкий отскок и заметно меньшее по сравнению с «сухим» процессом пылеобразование, а также возможность использования более дешевых материалов (например, песко-цементной смеси при отсутствии специальных требований к конечному бетонному покрытию или конструкции).

Технологическая последовательность выполнения операций при данном способе такова:

загрузка в нагнетатель заранее приготовленной растворной или бетонной смеси;

нагнетание готовой смеси по шлангам к соплу;

подача к соплу сжатого воздуха, эжектирующего поступающую по шлангам готовую смесь для увеличения скорости ее выхода из сопла;

нанесение на торкретируемую поверхность факела готовой смеси.

Для качественного нанесения слоев бетона (раствора) руководствуются следующим: сопло при нанесении смеси располагают перпендикулярно поверхности на расстоянии 0,2–0,7 м от рабочей поверхности; чтобы максимально уменьшить «отскок», на вертикальные поверхности смесь наносят снизу вверх.

Толщина одновременно наносимого слоя не должна превышать 15 мм при нанесении на горизонтальные (снизу вверх) поверхности; 25 мм при нанесении на вертикальные поверхности и 50 мм при нанесении на горизонтальные (сверху вниз) поверхности. При появлении признаков сползания смеси необходимо уменьшить тол-

шину наносимого слоя при нанесении первого слоя на опалубку или затвердевший бетон используют мелкозернистую смесь, что уменьшает потери материалов на «отскок», толщина этого слоя не должна превышать 10 мм. Для получения ровной поверхности после схватывания последнего нанесенного слоя поверхность дополнительно отделяют раствором на мелком песке, который тут же заглаживают.

Подводное бетонирование применяют при строительстве опор мостов и других сооружений, расположенных под водой. Действующими нормативными документами рекомендуется применять нижеуказанные методы подводного бетонирования.

Метод укладки бетонной смеси бункерами следует применять при бетонировании конструкций из бетона класса С16/20 на глубине более 20 м.

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

Бетонирование методом трамбования бетонной смеси следует применять на глубине менее 1,5 м для конструкций больших площадей, бетонируемых до отметки, расположенной выше уровня воды, при классе бетона до С20/25.

Бетонирование путем укатки малоцементной жесткой бетонной смеси следует применять при возведении плоских протяженных конструкций из бетона класса до С16/20. Толщина укатываемого слоя должна приниматься в пределах от 20 до 50 см.

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

Как показала практика, наиболее эффективные методы подводного бетонирования – метод вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) и способ восходящего раствора (ВР).

Общее для обоих способов – устройство по периметру бетонируемой конструкции шпунтового ограждения, благодаря чему ограничивается подток воды к месту производства работ, а возводимое сооружение предохраняется от вымывания цемента и песка.

Метод вертикально перемещаемой трубы (ВПТ) применяют при возведении несущих заглубленных конструкций при их глубине

от 1,5 м и более, защищенных от проточной воды (рис. 9.12). При этом используется бетон класса до С20/25.

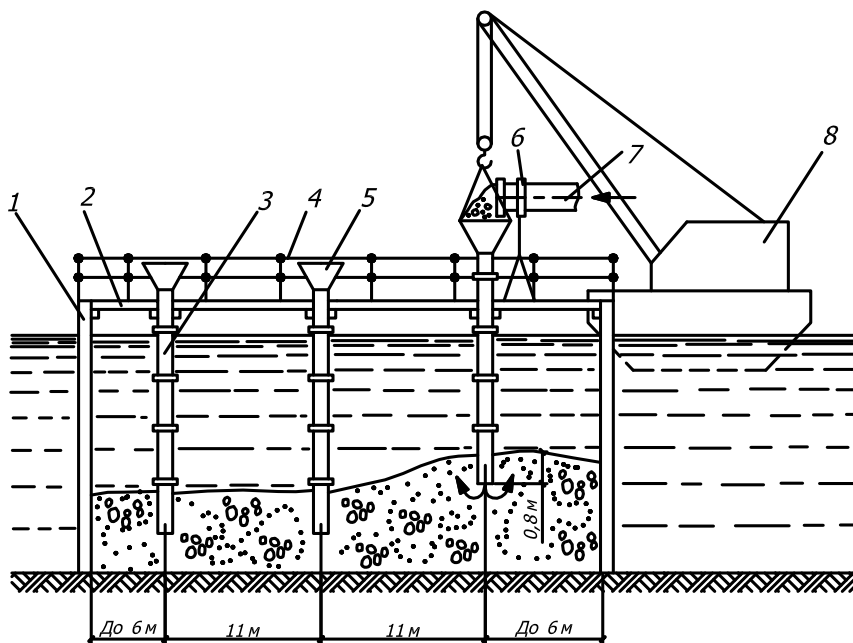


Рис. 9.12. Бетонирование способом ВПТ:

- 1 – опалубка (шпунтовое ограждение); 2 – рабочий пол; 3 – звенья труб;
 4 – ограждение; 5 – загрузочная воронка; 6 – поддерживающая стойка;
 7 – бетоновод; 8 – плавучий кран

Работы начинают с забивки стального шпунтового ограждения. Для производства работ над ограждением устраивают рабочую площадку, на которой устанавливают траверсу. К траверсе подвешивают стальной бетоновод, собираемый из отдельных бесшовных труб длиной 1–1,2 м и диаметром 200–300 мм на легкоразъемных водонепроницаемых соединениях.

Трубу опускают до низа сооружения. В верхней части бетоновод, находящейся над поверхностью воды, имеет воронку с затвором или бункер для приема бетонной смеси.

Бетонолитную трубу подвешивают к траверсе, что позволяет ей подниматься и опускаться с помощью лебедки. Первоначально в гор-

ловину трубы вставляют пыж из мешковины, который предохраняет первую порцию бетонной смеси, погружаемую в трубу, от размывания водой. После заполнения воронки затвор открывают и бетонная смесь вслед за пыжом опускается вниз. После того как бетонная смесь заполнит всю бетонолитную трубу и саму воронку, при продолжающейся непрерывной подаче бетонной смеси в воронку трубу отрывают от земли и начинают медленно поднимать. Необходимо следить, чтобы труба была постоянно заглублена в бетонную смесь не менее чем на 0,8 м при глубинах до 10 м и 1,2 м – при больших глубинах. Затем, не прекращая подачи бетонной смеси, трубу поднимают с таким расчетом, чтобы нижний ее конец постоянно располагался не менее чем на 0,8–1,2 м ниже поверхности бетона.

По окончании подъема трубы на высоту звена бетонирование приостанавливают, демонтируют верхнее звено трубы, переставляют воронку, после чего подачу бетонной смеси возобновляют. Блок бетонируют до уровня, превышающего проектную отметку на величину, равную 2 % его высоты.

При таком бетонировании с водой контактирует только верхний слой бетона, который после выполнения работ, подъема трубы и возведения всей конструкции выше глади воды удаляется, но не менее 10 см. Используют только пластичную бетонную смесь с осадкой конуса 16–20 см, расположение труб – только вертикальное. Радиус растекания бетонной смеси из нижнего отверстия трубы не должен превышать 6 м, поэтому большие сооружения разбиваются на блоки с обязательным перекрытием зон бетонирования, непрерывной подачей бетонной смеси, одновременным и равномерным подъемом труб. Принимаемая интенсивность бетонирования более $0,3 \text{ м}^3$ на $1 \text{ м}^2/\text{ч}$.

Метод восходящего раствора (ВР) заключается в том, что бетонную смесь подают в опущенные до основания возводимого сооружения трубы (рис. 9.13). На практике применяют безнапорный и напорный способы бетонирования.

Бетонирование методом ВР с заливкой цементно-песчаным раствором наброски из крупного камня следует применять при укладке под водой бетона на глубинах до 20 м для получения прочности бетона, соответствующей прочности бутовой кладки. То же из щебня, на тех же глубинах, для возведения конструкций из бетона класса до В25, и при глубинах бетонирования от 20 до 50 м, и при усилении

конструкций рекомендуется применять заливку щебеночного заполнителя цементным раствором без песка.

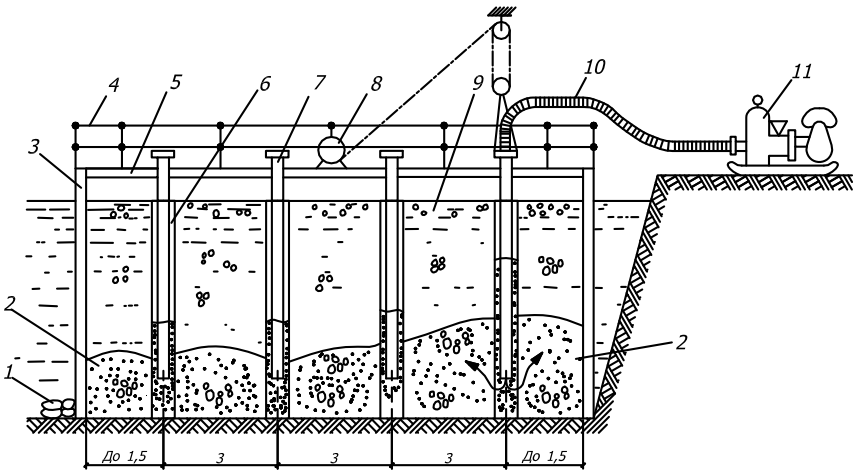


Рис. 9.13. Бетонирование способом восходящего раствора:

- 1 – каменно-щебеночная отсыпка; 2 – раствор; 3 – шпунтовое ограждение (опалубка);
 4 – ограждение; 5 – настил; 6 – шахта; 7 – труба; 8 – лебедка; 9 – вода;
 10 – рукав; 11 – растворонасос

При безнапорном способе в бетонируемом блоке устанавливают шахты с решетчатыми стенками; внутрь шахт вставляют трубы диаметром 37–100 мм, собранные из звеньев длиной до 1 м с водонепроницаемыми легкоразъемными соединениями. Полость блока заполняют щебнем, гравием, каменной наброской крупностью 150–400 мм и сверху, через трубу подают цементный раствор состава 1:1 до 1:2. Шахты необходимы для опускания и подъема труб по всей высоте бетонируемого блока. Растекание раствора осуществляется за счет давления его столба в шахте. Поднимаясь, цементный раствор должен свободно растекаться, обволакивать заполнитель, заполнять все пустоты в каменной наброске.

Поэтому для приготовления раствора применяют мелкие пески крупностью зерен не более 2,5 мм и с содержанием не менее 50 % частиц не более 0,6 мм. Подвижность раствора должна быть 12–15 см. Радиус действия каждой трубы 2–3 м. Заглублять трубы в укладываемый раствор необходимо на глубину не менее 0,8 м. По мере повышения уровня укладываемого раствора трубы поднимают, демон-

тируя их верхние звенья. Уровень раствора доводят на 100–200 мм выше проектной отметки. При этом способе расход цемента в 2 раза больше, чем при способе вертикально перемещающейся трубы.

При напорном бетонировании заливочные трубы устанавливают без шахт непосредственно в слой крупного заполнителя и через него под давлением нагнетают (инъецируют) цементный раствор (тесто). Напор раствора в трубе создают с помощью растворонасоса. Песок принимают крупностью до 2,5 мм. Радиус действия труб не свыше 3 м при заливке каменного и 2 м – щебеночного заполнителя.

Метод ВР применяют при укладке бетонной смеси на глубине до 20 м.

В обоих случаях труба должна быть утоплена в раствор не менее 0,8 м. Верхний слой раствора в 10–20 см высотой, соприкасавшийся с водой и находящийся выше проектной отметки, срезается.

9.4. Возведение монолитных каркасных зданий

Общие положения

Возведение монолитных каркасных зданий ведется, как правило, с применением опалубочной системы «МОДОСТР», апробированной и широко применяемой в Республике Беларусь. Возможно также применение других опалубочных систем, обеспечивающих качество возведения монолитных конструкций, высокие темпы строительства и экономическую эффективность строительства.

Рабочие чертежи на монолитные конструкции должны включать полную информацию, необходимую для проектирования опалубочных работ в соответствии с ТКП 45-5.03-23.

Рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ.

Вначале возводятся монолитные колонны первого этажа. Технологический процесс включает:

установку арматурных каркасов (сварных);

установку опалубки;

подачу бетонной смеси в опалубку (кран + бадья).

Затем выполняется устройство монолитного перекрытия:

устанавливается опалубка;

проводятся арматурные работы (вязка каркасов из отдельных стержней арматуры);

бетонная смесь подается в опалубку (автобетононасос).

Технология возведения монолитных конструкций вышележащих этажей зданий аналогична изложенной выше.

К возведению наружных самонесущих стен и перегородок приступают, как правило, по завершении бетонных работ. Это позволяет обеспечить ритмичные потоки и безопасные условия производства работ.

Для подачи на рабочее место технологической оснастки, материалов (элементы опалубки, бады с бетонной смесью, арматура, поддоны с газосиликатными блоками, кирпичом и др.) **рекомендуется** использовать *стационарные башенные краны «TEREX» (Италия)* марок CBR 21H; CBR 24 PLUS; CBR 28 PLUS; CBR 32 PLUS; CBR 40H.

Их грузоподъемность при минимальном вылете стрелы 3,75 м – 4,0 т, для максимального вылета стрелы 32 м – 1,0 т. Краны устанавливаются на четыре опоры, расстояние между которыми составляет около 4,0 метров. Основание под опоры выполняется из сборных железобетонных плит. Перевозятся краны на трейлере.

Ввиду того, что к выполнению работ по каменной кладке стен и перегородок приступают по завершению бетонных работ, рекомендуется подачу материалов (поддоны с блоками, кирпичом др.) на рабочее место каменщиков (подмости) организовать следующим образом.

Материалы подаются на нужный этаж здания стационарным башенным краном «TEREX». Разгрузка материалов осуществляется на консольные металлические площадки. *С консольных площадок поддоны с материалами с помощью штабелеров* (устройств, предназначенных для перемещения, подъема и укладки поддонов) перемещают на рабочее место каменщиков и укладывают на подмости.

Рекомендуется использовать штабелеры ручные гидравлические: Euroliifter (Евролифтер); Pramac (Прамак); Xilin (Ксилин) и др. Все они позволяют перемещать груз до 1500 кг и поднимать поддоны на высоту от 1,0 м до 3,0 м.

Возведение монолитных колонн

К возведению колонн каркаса приступают после приемки по акту фундаментов. Технологическую хватку по колоннам каркаса здания определяют в зависимости от заданных темпов возведения здания и самого каркаса.

До начала монтажа опалубки должны быть выполнены арматурные работы, то есть установлены и соединены на сварке с выпусками арматуры из фундаментов арматурные каркасы.

В качестве опалубки для колонн применяют щиты МОДОСТР-КОМБИ. При монтаже опалубки щиты с помощью угловых элементов и замков собираются в неразъемные блоки. Для выверки опалубки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях устанавливаются регулируемые подкосы с подпятниками. Крепление подпятников к фундаменту (перекрытию) выполняется анкерами.

Схема устройства опалубки колонн из щитов МОДОСТР-КОМБИ приведена на рис. 9.14.

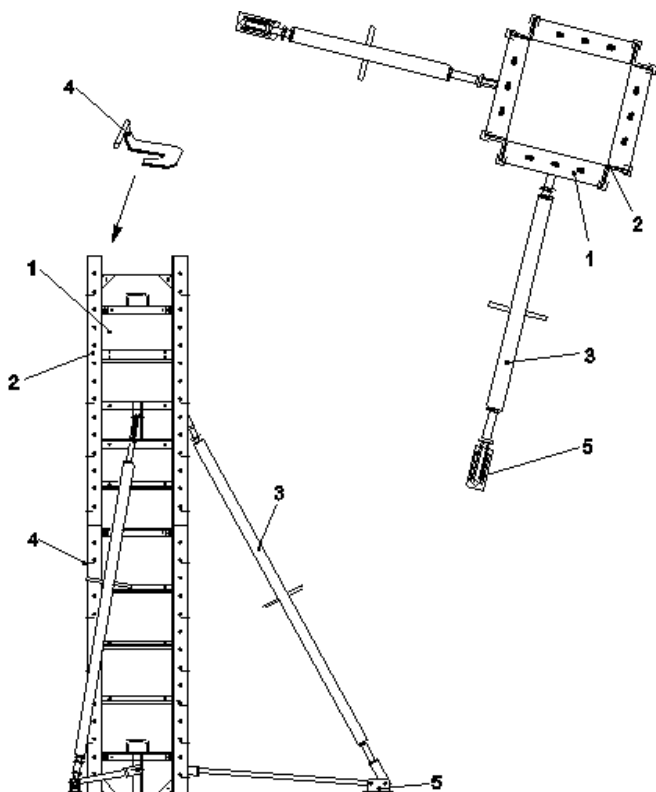


Рис. 9.14. Схема устройства опалубки прямоугольных колонн из щитов МОДОСТР-КОМБИ:

1 – щит; 2 – наружный угол; 3 – регулируемый подкос; 4 – замок; 5 – подпятник

Для возведения колонн с высоким качеством лицевой поверхности рекомендуется применять *веерную опалубку колонн системы «МОДОСТР»*.

Веерная опалубка универсальная. Она позволяет возводить колонны сечением от 200×200 мм до 600×600 мм. Веерная опалубка колонн системы «МОДОСТР» состоит из четырех щитов, соединенных замками. Конструкция перфорированного щита обеспечивает шаг перестановки замка 50 мм. Выверку и закрепление опалубки в вертикальной плоскости осуществляют регулируемые подкосы. Плотное примыкание щитов создает герметичность всей опалубки. Монтаж опалубки рекомендуется производить Г-образными панелями с помощью съемных монтажных захватов краном. Схема установки веерной опалубки колонн приведена на рис. 9.15.

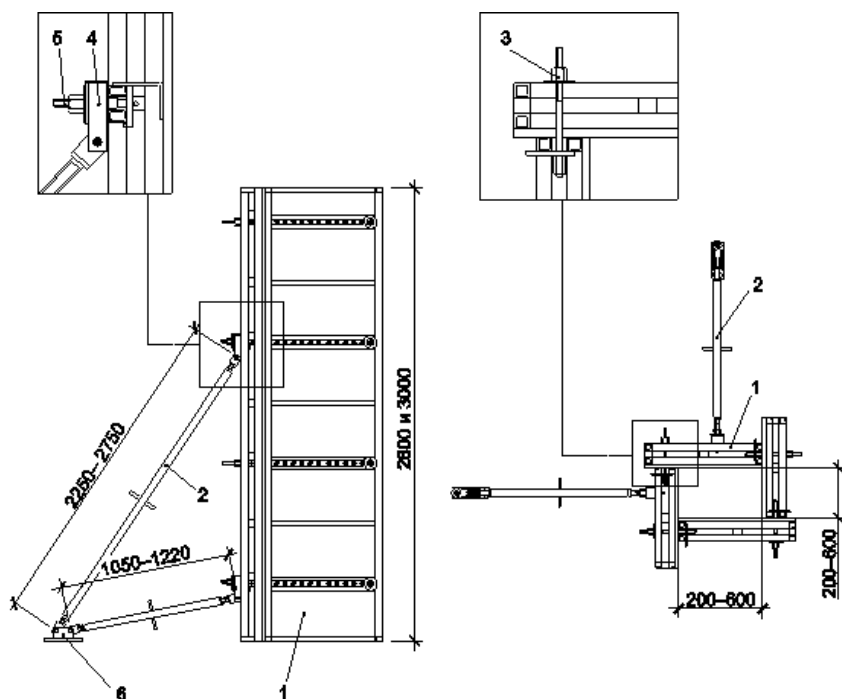


Рис. 9.15. Схема установки веерной опалубки колонн:
 1 – перфорированный щит; 2 – регулируемый подкос; 3 – замок колонны;
 4 – элемент крепления регулируемого подкоса; 5 – винт элемента
 крепления с гайкой; 6 – подпятник

В качестве палубы в щитах опалубки используется водостойкая ламинированная фанера. Оборачиваемость фанерной палубы составляет 30–40 циклов.

Возведение колонн каждого вышележащего этажа или яруса многоэтажного здания следует производить после того, как забетонировано монолитное перекрытие нижележащего этажа и его прочность составляет 10 МПа и более. Для снижения сроков возведения каркаса допускается монтировать опалубку перекрытия при прочности нижележащего монолитного перекрытия менее 10 МПа, при этом данная технология должна быть обоснована и оговорена в ППР или технологических картах и при условии, что несущая способность монолитного перекрытия обеспечивает восприятие нагрузки от собственного веса плиты.

Для точной установки опалубки по осям применяют арматурные фиксаторы-ограничители, которые привариваются к арматуре колонн. Арматурные анкера ($\varnothing 12$ S400) и арматурные фиксаторы-ограничители ($\varnothing 10$ S240) опалубки колонн, длина которых определяется поперечным сечением колонны, заготавливают на приобъектном арматурном участке. Схема установки фиксаторов защитного слоя арматуры и арматурных фиксаторов-ограничителей представлена на рис. 9.16.

Бетонирование колонн осуществляют с навесных подмостей или шарнирно-панельных подмостей каменщика. Схема установки навесных подмостей на опалубку колонн представлена на рис. 9.17.

Устройство опалубки для монолитных перекрытий (покрытия). При выборе технологической захватки необходимо учитывать возможность устройства технологических швов в перекрытии, равномерную разбивку на захватки по диафрагмам жесткости, лифтовым шахтам и колоннам. Наиболее эффективной является равномерная ритмичная технология опалубочных работ по всем технологическим захваткам с применением минимального количества опалубки.

Возведение монолитного перекрытия каркасного здания осуществляют, как правило, с помощью опалубочных систем, *на основе телескопических стоек и на основе опорных башен.*

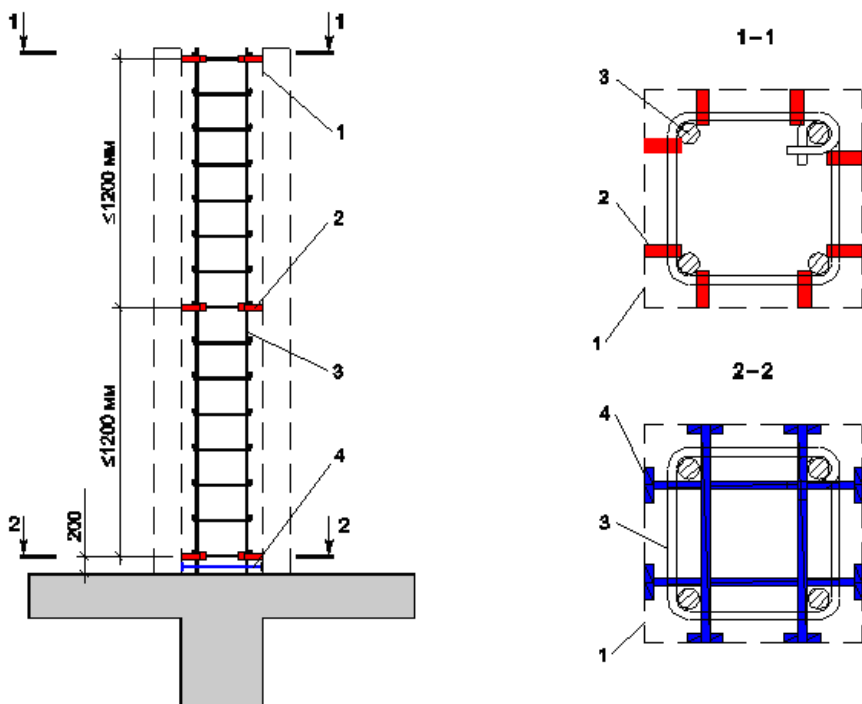


Рис. 9.16. Схема установки фиксаторов защитного слоя арматуры и арматурных фиксаторов-ограничителей:

1 – контур устанавливаемой опалубки; 2 – пластмассовый фиксатор защитного слоя арматуры; 3 – арматурный каркас; 4 – арматурный фиксатор-ограничитель

В качестве палубы в этих опалубочных системах применяют водостойкую ламинированную фанеру, которая обеспечивает получение качественных лицевых потолочных поверхностей перекрытия (покрытия). Технологические схемы опалубки перекрытия (покрытия) включают схемы раскладки и раскроя палубы из фанеры. Признак рациональности раскладки фанеры – минимальная площадь фанеры на захватке, подлежащая раскрою и подгонке по месту. При этом целесообразно учитывать, что оборачиваемость листов пиленой фанеры в 2–3 раза ниже цельных фанерных листов. Следовательно, рациональная раскладка фанерных листов палубы позволяет снизить стоимость опалубки в целом.

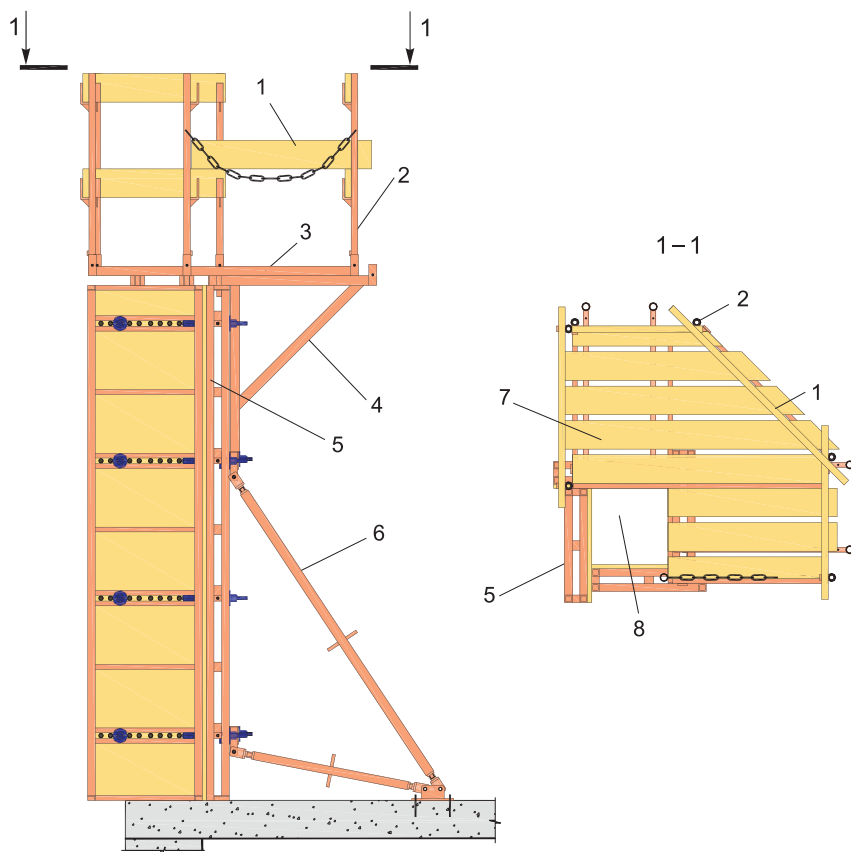


Рис. 9.17. Схема установки навесных подмостей на опалубку колонн:
 1 – перила ограждения; 2 – стойка ограждения; 3 – площадка навесных подмостей;
 4 – кронштейн навесных подмостей; 5 – щит опалубки; 6 – регулируемый подкос;
 7 – рабочий настил; 8 – колонна

До начала работ по монтажу опалубки перекрытия (покрытия) должны быть выполнены следующие работы:

возведены колонны, монолитные диафрагмы жесткости, стены лестнично-лифтовых блоков и демонтирована опалубка этих конструкций;

подготовлено основание;

выполнена геодезическая съемка по выносу отметок и осей сооружения на возведенные конструкции.

Система опалубки на основе телескопических стоек представлена на рис. 9.18 и состоит из следующих основных элементов:

- палуба;
- несущие и распределительные балки;
- телескопические стойки;
- треноги;
- бортовые упоры.

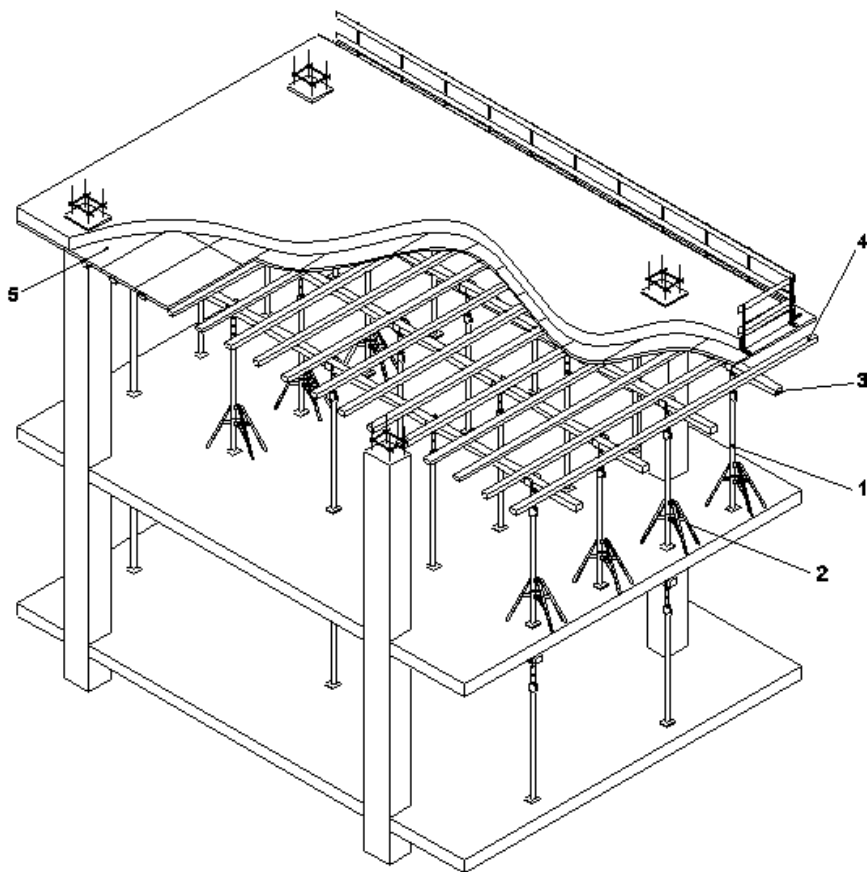


Рис. 9.18. Опалубка перекрытия на основе телескопических стоек:
1 – телескопическая стойка; 2 – тренога; 3 – несущая балка;
4 – распределительная балка; 5 – палуба

Базовый элемент опалубки – телескопическая стойка. Телескопическая стойка воспринимает все вертикальные нагрузки от укладываемой бетонной смеси, веса опалубки и технологического оборудования, а также все динамические нагрузки.

Стальная телескопическая стойка (рис. 9.19) состоит из нижней трубчатой части и выдвигаемой верхней части меньшего диаметра. Регулировка высоты стойки производится ступенчато через 80 мм специальной фиксирующей скобой и плавно – регулировочной муфтой. Допустимая нагрузка на телескопическую стойку зависит от конструктивного исполнения и высоты выдвижения верхней части стойки. Данные о допустимых нагрузках на телескопическую стойку должны предоставлять разработчики и изготовители стоек.

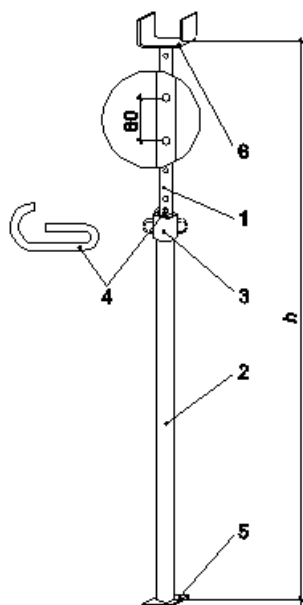


Рис. 9.19. Конструкция телескопической стойки:
 1 – верхняя выдвигаемая часть стойки;
 2 – нижняя часть стойки;
 3 – регулировочная муфта;
 4 – фиксирующая скоба;
 5 – опорная пята;
 6 – оголовок

Применяются телескопические стойки с плоским и U-образным оголовком.

Съемный оголовок насаживается на телескопическую стойку с плоским оголовком, его используют в местах стыка балок. Для фиксации телескопической стойки в вертикальном положении при монтаже используют треноги. Телескопические стойки изображены на рис. 9.20.

В системах опалубки иностранных производителей применяют телескопические стойки и других размеров с максимальной высотой $h = 2500, 4000$ и 5000 мм. При их использовании необходимо руководствоваться техническими данными изготовителя.

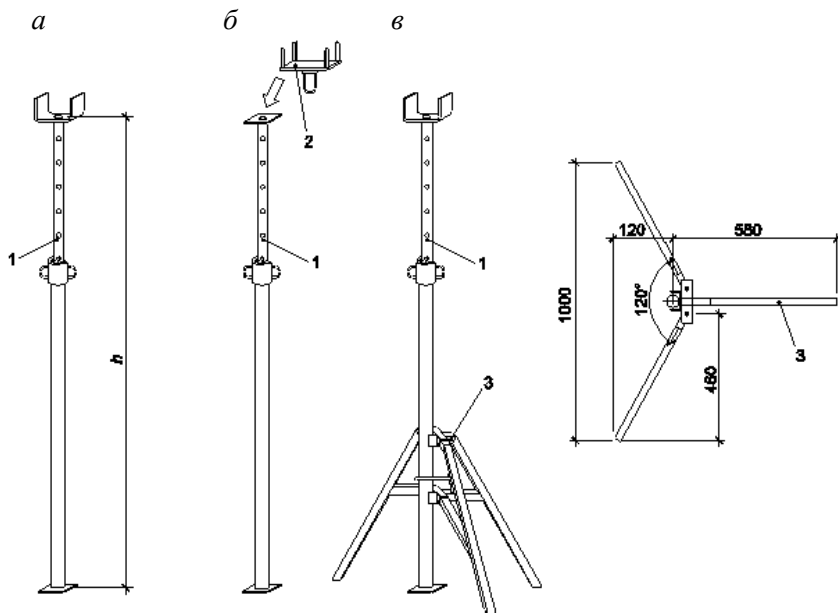


Рис. 9.20. Телескопические стойки:

a – с U-образным оголовком; *б* – с плоским оголовком; *в* – с треногой;
 1 – телескопическая стойка; 2 – съемный оголовок; 3 – тренога

В оголовки стоек для установки палубы укладывают несущие балки, а по ним – распределительные балки. Применяют деревянные клееные балки двутаврового сечения. Клееные балки двутаврового сечения имеют два типоразмера по высоте 160 и 200 мм при длине 2500, 3900 и 4500 мм (рис. 9.21). По согласованию с производителем балки могут изготавливаться и другой длины.

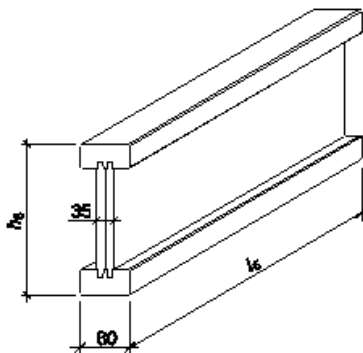


Рис. 9.21. Клееная опалубочная балка

Монтаж опалубки перекрытия на основе телескопических стоек выполняют в следующей последовательности.

На захватку монтажным краном в контейнерах по маркам подают телескопические стойки, треноги, съемные оголовки, несущие и распределительные балки и фанеру.

Вначале, в соответствии с технологической картой, расставляют телескопические стойки под концы и стыки несущих опалубочных балок и фиксируют их в вертикальном положении треногами. Затем съемные оголовки вставляют в стойки с плоскими оголовками. Выдвигают верхнюю часть телескопической стойки и закрепляют фиксирующим элементом по высоте.

Укладывают несущие опалубочные балки в оголовки телескопических стоек. Конструкция оголовка позволяет осуществлять стык балок по длине внахлестку, для чего оголовки следует повернуть на 90°. Укладку балок в оголовки производят вилочными захватами. Под балки устанавливают промежуточные стойки без треног; с помощью геодезических приборов и посредством регулировочной муфты осуществляют точную установку отметки верха несущих опалубочных балок по высоте. По верху несущих балок укладывают распределительные опалубочные балки. Стык распределительных балок по длине внахлестку должен быть не менее 100 мм. Крайние ряды распределительных опалубочных балок по контуру перекрытия рекомендуется фиксировать гвоздями 2,5 × 60 мм в двух точках для исключения их сдвига при укладке фанеры.

На распределительные балки укладывают и фиксируют гвоздями листы водостойкой фанеры. Укладку и закрепление фанерной палубы опалубки перекрытия следует начинать со средних пролетов перекрытия. Палубу по крайнему контурному ряду перекрытия укладывают в последнюю очередь. При ее укладке рабочие должны пользоваться предохранительными поясами, закрепленными за надежные точки крепления, оговоренные в ППР или технологических картах.

Стык отдельных листов должен приходиться непосредственно на распределительную опалубочную балку. В местах примыкания фанеры к колоннам и стенам раскрой и подгонку фанеры производят по месту. Листы фанеры в двух диагональных углах крепят к распределительным балкам гвоздями 2 × 40 мм. Внутри захватки допускается не фиксировать фанеру к балкам. Стык листов фанеры с целью защиты кромок фанеры и повышения качества лицевой по-

верхности бетона перекрытия проклеивают одноразовой липкой водостойкой лентой шириной 40 мм.

Смазку рабочей поверхности палубы производят до укладки арматуры, при этом следует обращать внимание на недопущение образования загрязнений на уже смазанной поверхности при выполнении арматурных работ.

Для формирования контура монолитной плиты и обеспечения безопасных условий при производстве работ на высоте устраиваются бортовые упоры со стойками ограждения. Бортовая опалубка крепится к бортовым упорам. Схема устройства опалубки контура монолитного перекрытия приведена на рис. 9.22.

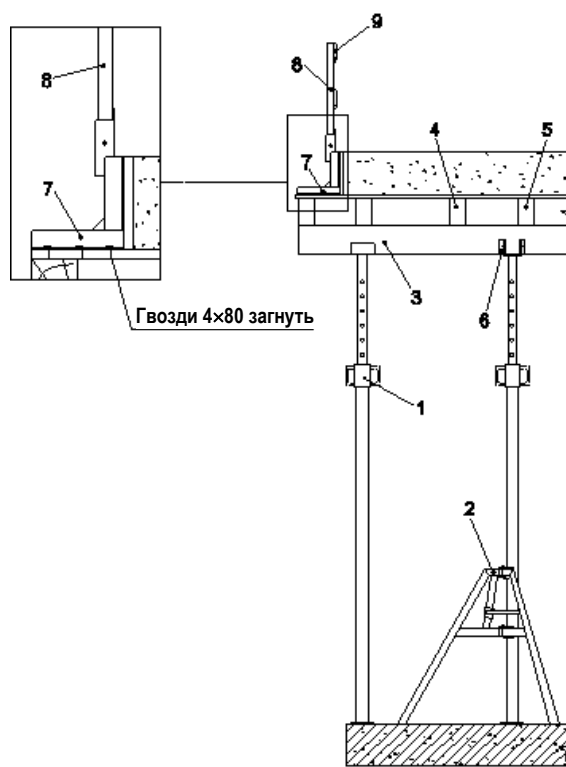


Рис. 9.22. Схема устройства опалубки контура монолитного перекрытия:
1 – телескопическая стойка; 2 – тренога; 3 – несущая балка;
4 – распределительная балка; 5 – палуба; 6 – съемный оголовок;
7 – бортовой упор; 8 – стойка ограждения; 9 – перила ограждения

Бортовые упоры фиксируют гвоздями $2,5 \times 60$ мм на глубину 30 мм к фанерной палубе, при этом верхнюю часть гвоздей загибают для упрощения последующей распалубки. Стойки ограждения (ГОСТ 12.4.059) и доски ограждения устанавливают по наружному контуру захватки и крепят доски к стойкам ограждения гвоздями $2,5 \times 60$ мм с загибом.

Для повышения безопасности работ на стадии монтажа опалубки рекомендуется применять *опалубку перекрытия на основе опорных башен* (рис. 9.23).

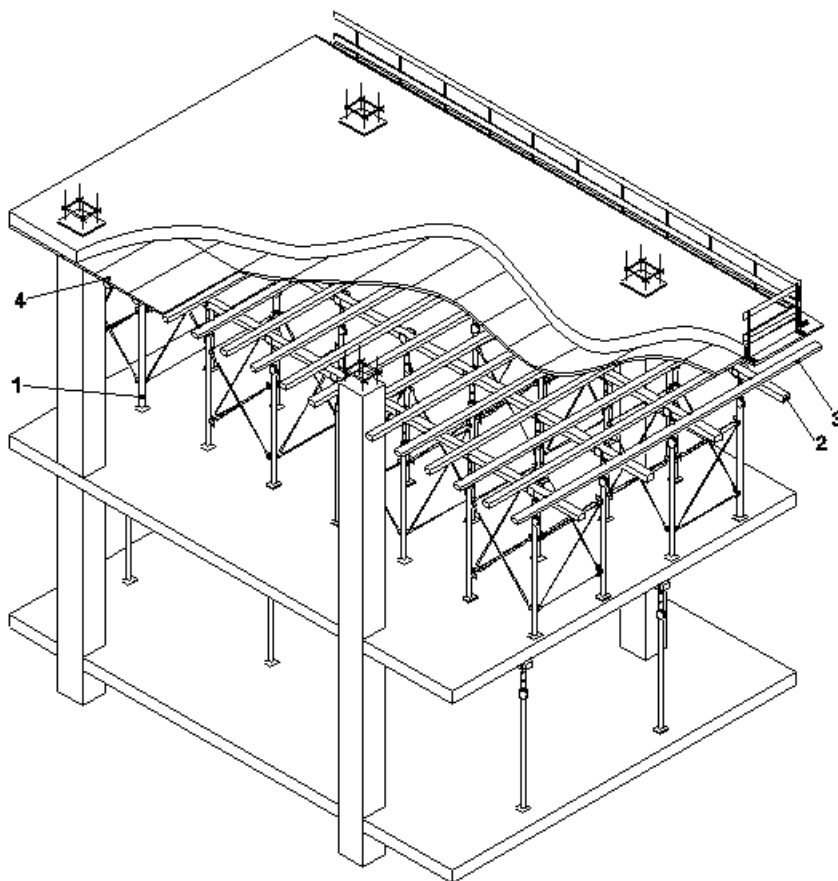


Рис. 9.23. Опалубка перекрытия на основе опорных башен:

1 – опорная башня; 2 – несущая балка; 3 – распределительная балка; 4 – палуба

Опорные башни состоят из телескопических стоек, объединенных системой раскосов, что придает им пространственную устойчивость. Монтаж и демонтаж опорных башен можно производить вручную или краном. В этой опорной системе не применяются треноги. Опорные башни системы «МОДОСТР» изображены на рис. 9.24.

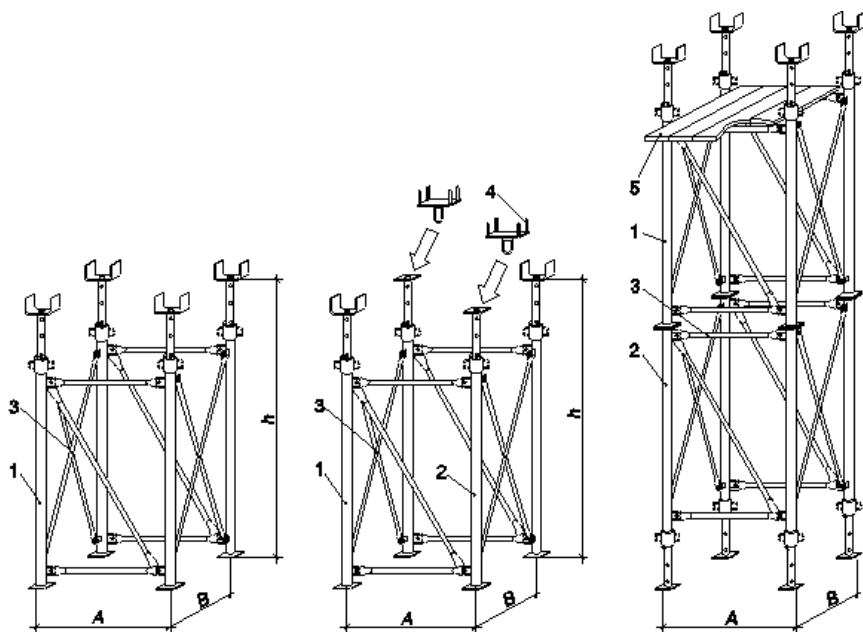


Рис. 9.24. Опорные башни системы «МОДОСТР»:

1 – телескопическая стойка с U-образным оголовком; 2 – телескопическая стойка с плоским оголовком; 3 – раскос; 4 – съемный оголовок; 5 – настил

Типоразмеры опорных башен в плане и по высоте унифицированы. Максимальная высота одноярусной башни – 3500 мм, двухъярусной – 7000 мм. Опалубочные балки, палуба и бортовые упоры используются такие же, как и в опалубке на основе телескопических стоек.

Отдельная телескопическая стойка или опорная башня может использоваться в качестве страховочного элемента при распалубке монолитного перекрытия. Элементы опалубки принимаются по каталогу изготовителя. *Технология монтажа опалубки перекрытия с применением опорных башен принципиально не отличается от вышеизложенной.*

Демонтаж опалубки производится после набора бетоном распалубочной прочности в последовательности, обратной сборке:

отвинчивают регулировочные муфты телескопических стоек и опускают опалубку на 40–50 мм;

поворачивают распределительные балки на 90° с помощью вилочного захвата;

отрывают фанеру от бетона;

снимают (вынимают) фанерные листы без сбрасывания с высоты;

снимают балки без сбрасывания с высоты;

складируют стойки, балки и фанеру.

После разборки опалубку очищают от бетона и грязи.

Места складирования опалубки необходимо назначать в зоне действия крана. Допускается комбинированный вариант опорной системы опалубки – с использованием опорных башен и отдельных телескопических стоек.

Опалубочные работы при возведении монолитных стен лифтовых шахт

Внутренний опалубочный блок монолитной лифтовой шахты собирается из двух Г-образных панелей с регулируемыми раскосами (рис. 9.25).

Рабочая площадка лифта собирается из двух металлических балок с закрепленными упорами. На металлические балки укладывают рабочий настил из деревянных балок с шагом 500 мм и досок толщиной 50 мм (рис. 9.26) в следующей последовательности.

На ровное основание укладывают две балки площадки лифта с упорами, поперек балок площадки укладывают деревянные балки и закрепляют их к балкам рабочей площадки лифта. Затем по деревянным балкам укладывают деревянный настил из досок. Размер площадки определяется размерами шахты лифта в плане.

Наружные панели шахты собирают из щитов. Собранные блоки и панели опалубки лифта складывают, чистят и смазывают в вертикальном положении.

Выполнение всех опалубочных работ непосредственно на объекте начинается с установки рабочей площадки в проектное положение, выноски осей здания и выполнения всех арматурных работ.

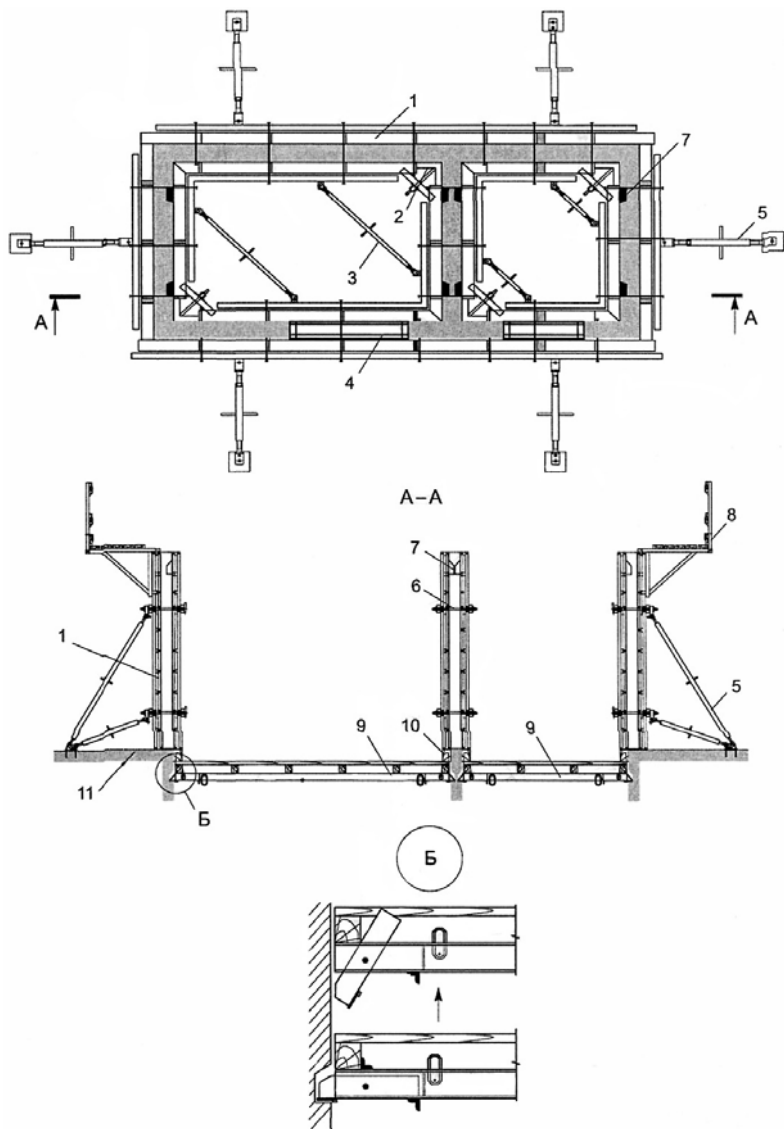


Рис. 9.25. Схема устройства опалубки монолитных лифтовых шахт:
 1 – опалубочная панель; 2 – внутренний разъемный угол; 3 – регулируемый раскос;
 4 – дверной проемообразователь; 5 – регулируемый подкос; 6 – винтовой тяж;
 7 – гнездообразователь; 8 – навесные подмости; 9 – рабочая площадка;
 10 – деревянная подкладка; 11 – перекрытие

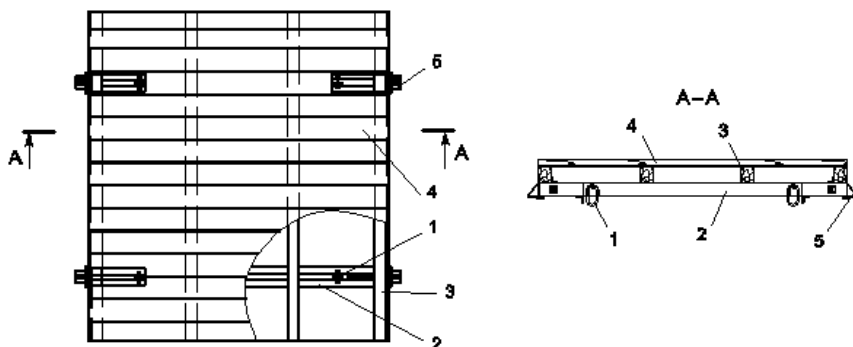


Рис. 9.26. Схема укрупнительной сборки рабочей площадки опалубки лифтовых шахт:
 1 – петля для строповки; 2 – балка площадки лифта; 3 – деревянная балка настила;
 4 – настил из досок; 5 – упор

Строповку рабочей площадки осуществляют за монтажные петли металлических балок. При подъеме рабочей площадки упоры отходят и далее фиксируются в проектное положение в бетонных гнездах. Гнездообразователи крепят к внутренним щитам опалубки по схеме, приведенной на рис. 9.27.

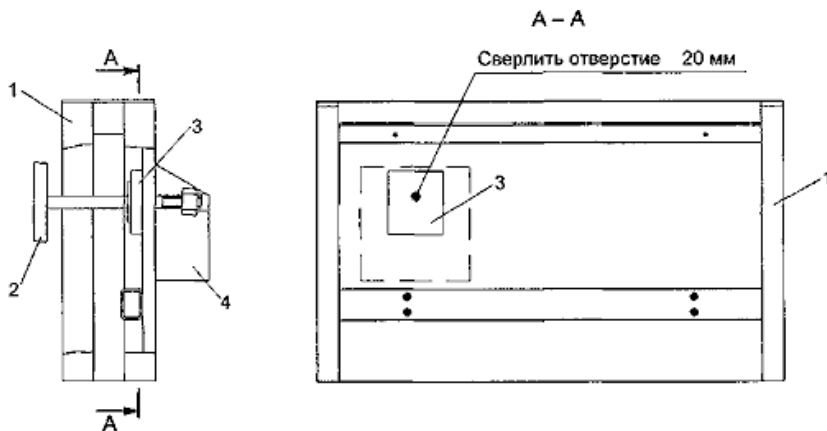


Рис. 9.27. Схема крепления гнездообразователя к щиту опалубки лифтовой шахты:
 1 – щит опалубки; 2 – винт крепления гнездообразователя;
 3 – фанерная прокладка $100 \times 100 \times 21$ мм; 4 – гнездообразователь

Арматурные анкера и арматурные фиксаторы-ограничители опалубки, длина которых определяется поперечным сечением стен шахт лифта, заготавливают на приобъектном арматурном участке.

Монтаж опалубки монолитных лифтовых блоков происходит в следующей последовательности:

выполняют выноску осей и определяют места установки опалубки; устанавливают арматурные фиксаторы-ограничители опалубки, привариваемые к арматурным каркасам с шагом от 800 до 1000 мм в плане;

устанавливают фиксаторы защитного слоя на арматурный каркас; монтируют гнездообразователи на опалубку.

Затем проводят монтаж опалубки шахт лифтов в соответствии с рис. 9.28, стыковку наружных панелей и установку внутреннего угла опалубки, монтаж дверного проемообразователя. После этого регулируемыми подкосами выполняют окончательную выверку панелей по вертикали и осуществляют монтаж подмостей.

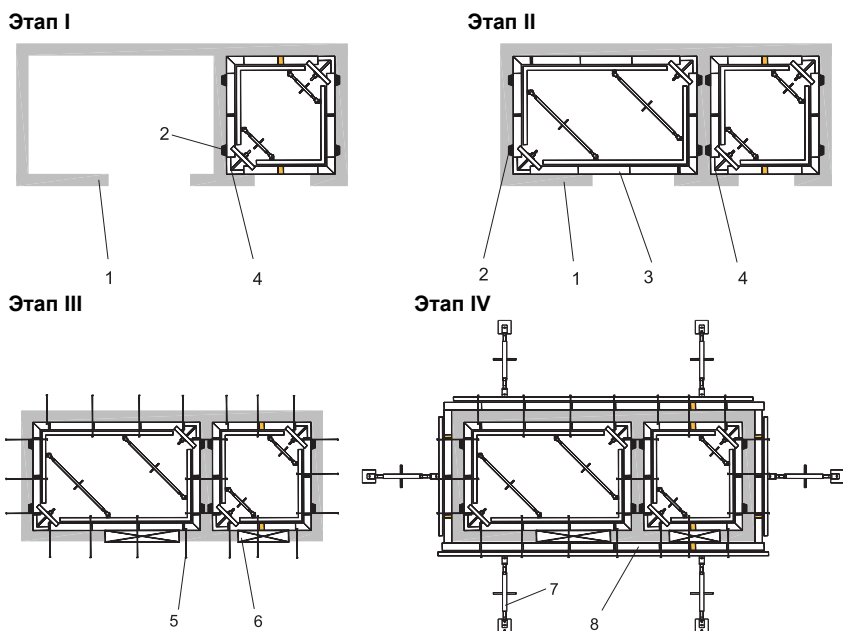


Рис. 9.28. Последовательность монтажа опалубки шахт лифтов:

I этап – монтаж внутреннего блока пассажирского лифта; II этап – монтаж внутреннего блока грузового лифта; III этап – установка дверных проемообразователей и тяжей;

IV этап – монтаж наружных панелей и регулируемых подкосов;

1 – монолитная лифтовая шахта; 2 – гнездообразователь; 3 – Г-образный блок опалубки лифтовой шахты; 4 – внутренний разъемный угол; 5 – винтовой тяж; 6 – дверной проемообразователь; 7 – регулируемый подкос; 8 – наружная панель

Схемы установки элементов опалубки шахты лифта приведены на рис. 9.29.

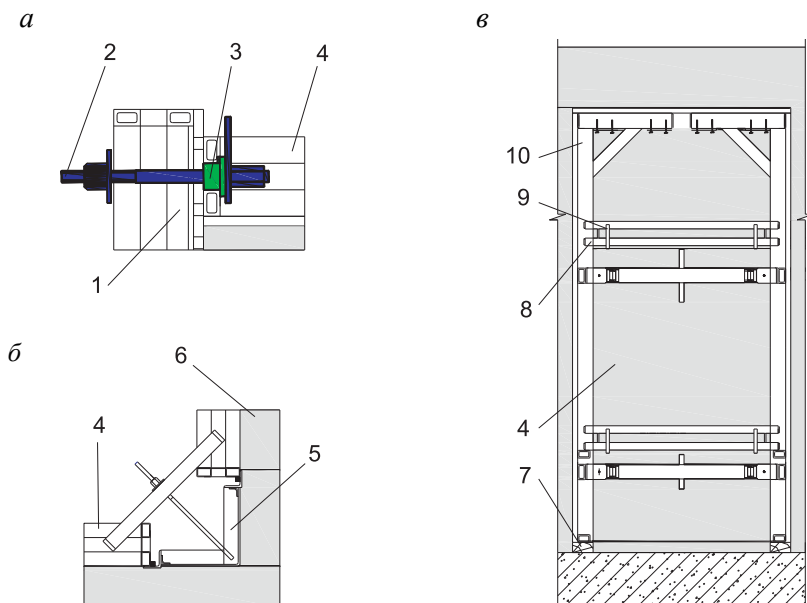


Рис. 9.29. Схемы установки элементов опалубки шахты лифта: *а* – узел стыковки наружных панелей; *б* – установка внутреннего разъемного угла; *в* – установка дверного проемообразователя; 1 – перфорированный щит; 2 – замок; 3 – сухарь; 4 – щит опалубки; 5 – внутренний разъемный угол; 6 – стена; 7 – деревянная подкладка; 8 – балка крепления проемообразователя; 9 – винт крепления проемообразователя; 10 – дверной проемообразователь

Устройство опалубки для монолитных лестничных маршей

Опалубка монолитных лестниц состоит из опорной системы наклонной опалубки маршей и горизонтальной опалубки лестничных площадок. Вследствие наклона возводимого марша возникают вертикальные и горизонтальные нагрузки на опалубку, которые должны быть восприняты опорной системой. Схема опалубки монолитных лестниц приведена на рис. 9.30.

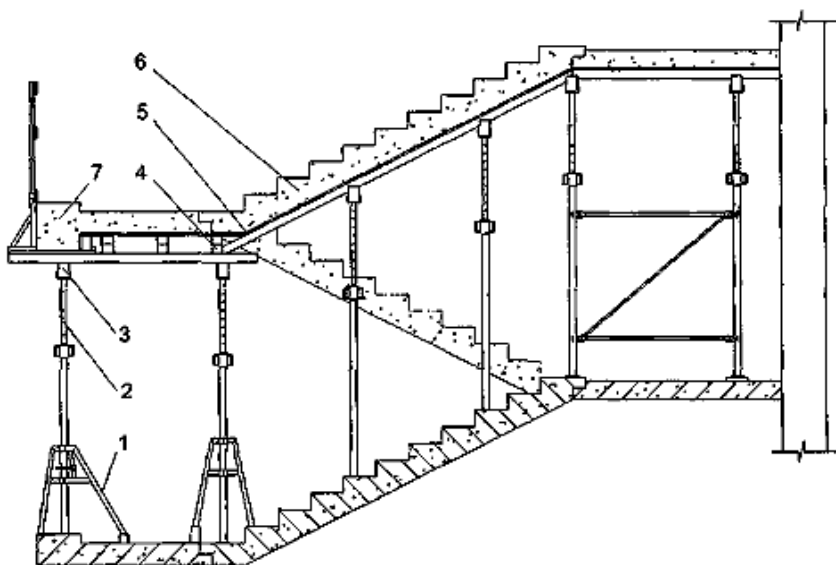


Рис. 9.30. Схема устройства опалубки монолитных лестниц:
 1 – тренога; 2 – телескопическая стойка; 3 – несущая балка;
 4 – распределительная балка; 5 – фанерная палуба;
 6 – лестничный марш; 7 – лестничная площадка

Опорная система опалубки маршей состоит из телескопических стоек, опорных башен, треног и индивидуальных подкосов для восприятия горизонтальных нагрузок.

Для устройства опалубки ступеней лестничных маршей применяют специальные фанерные шаблоны, изготавливаемые на стройплощадке в соответствии с размерами ступеней. Крепление шаблона к бетонной стене рекомендуется производить распорными стальными болтами или дюбелями. Применение предложенной технологии устройства опалубки монолитных лестниц позволяет получать высокое качество нижних лицевых поверхностей бетонных конструкций любых типоразмеров.

Арматурные работы

При строительстве монолитных каркасных зданий следует применять способ вязки арматуры в построечных условиях: сварка повреж-

дает поверхности палубы из фанеры, что снижает качество лицевой поверхности бетона. Для вязки арматуры используют вязальную проволоку диаметром 1,6 мм по ГОСТ 5781. Допускается применять предварительно отожженную стальную проволоку диаметром от 1 до 2 мм.

Так как при возведении зданий из монолитного железобетона требуется большое количество арматурных изделий различного ассортимента (сетки, плоские и пространственные каркасы, закладные детали и пр.) и геометрических размеров для обеспечения ритмичности комплексного процесса возведения монолитного каркаса здания; на строительной площадке организуют приобъектный арматурный участок. В состав арматурного участка входят: склад арматуры, участок заготовки, резки и вязки арматурных каркасов. Арматурный участок должен располагаться в зоне действия крана.

Технологический процесс изготовления арматурных изделий для несущих конструкций (колонн, плит перекрытия) из монолитного железобетона включает следующие операции:

резку прутков на заготовки;

гибку арматурных заготовок;

изготовление из заготовок плоских и пространственных каркасов.

Сейчас разработаны технологические схемы и определен перечень оборудования, обеспечивающих высокую степень механизации изготовления арматурных изделий на строительной площадке.

Механизированная резка прутков арматуры на заготовки требуемой длины выполняется с помощью пресс-ножниц комбинированных. Наиболее распространена марка Н5222А длиной 1885 мм и высотой от фундамента – 1950 мм. Холодная гибка нарезанных заготовок арматуры выполняется на станке гибочном. Размеры наиболее часто применяемого станка гибочного модели СГА-40А – 760 × 770 × 790 мм (*h*).

Согласно данным технических паспортов, вышеперечисленное технологическое оборудование не разрешается эксплуатировать на открытых площадках – для его эксплуатации требуется как минимум навес.

Армирование колонн выполняется готовыми каркасами, которые монтируются с помощью крана до установки опалубки.

Армирование плит перекрытий и покрытия производится в следующей последовательности.

Перед армированием плиты палубу очищают от мусора, грязи, снега, наледи и с помощью распылителя наносят тонкий слой смазки.

Перед раскладкой стержней и вязкой узлов на опалубке размечают места укладки стержней арматуры. Вначале укладывают и вяжут нижнюю сетку плиты, устанавливают дополнительные каркасы в зоне колонн. Верхняя арматура устанавливается на арматурные столики. Для обеспечения защитного слоя следует применять пластмассовые фиксаторы защитного слоя – фиксаторы из отрезков арматуры, подкладки из дерева или щебня не допускаются.

Соединение стержневой арматуры и арматурных изделий следует выполнять в соответствии с требованиями СНБ 5.03.01-02.

Бетонные работы

До начала бетонных работ должны быть выполнены все работы по монтажу и смазке опалубки, установке арматуры, закладных деталей, проемообразователей и других элементов.

Для обеспечения качественной укладки и уплотнения бетонной смеси в армированных конструкциях рекомендуется применять литые модифицированные бетонные смеси подвижностью от 15 до 20 см в соответствии с СТБ 1035.

Бетонирование колонн

Укладку бетонной смеси в опалубку производят, как правило, способом «кран-бадья».

Поскольку арматурные выпуски из опалубки колонн препятствуют укладке бетонной смеси в опалубку, необходимо применять бадьи с боковой выгрузкой бетонной смеси. Дополнительно на опалубку колонн устанавливают съемные фанерные лотки для обеспечения заливки бетонной смеси в опалубку и защиты наружной поверхности щитов от загрязнений смесью. Схема укладки бетонной смеси в опалубку способом «кран-бадья» приведена на рис. 9.31.

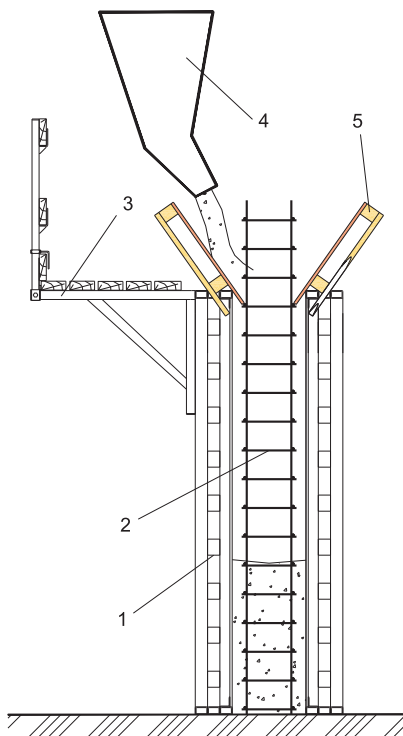


Рис. 9.31. Схема укладки бетонной смеси в опалубку способом «кран-бадья»:
 1 – щит опалубки; 2 – арматурный каркас с выпусками; 3 – подмости для бетонирования; 4 – бадья с боковой выгрузкой; 5 – съемные фанерные лотки

Уплотнение бетонной смеси в опалубке колонн рекомендуется производить глубинными внутренними вибраторами. Марку глубинного вибратора подбирают с учетом формы и размеров колонн, а также того, чтобы расстояние между точками вибрации обеспечивало пересечение уплотняемых областей бетонной смеси. Расстояние между вибратором и опалубкой колонн, даже при применении вибраторов малого радиуса действия, не должно быть менее 10 см. Схемы перестановки вибратора для колонн даны на рис. 9.32, а.

Форма и размер монолитных конструкций определяют размер вибратора. Необходимый размер внутреннего вибратора зависит от требуемой степени уплотнения бетонной смеси и величины зазора для вибратора.

Расстояние между точками вибрации выбирают так, чтобы уплотняемые области бетонной смеси пересекались. Схемы перестановки вибратора для перекрытий приведены на рис. 9.32, в.

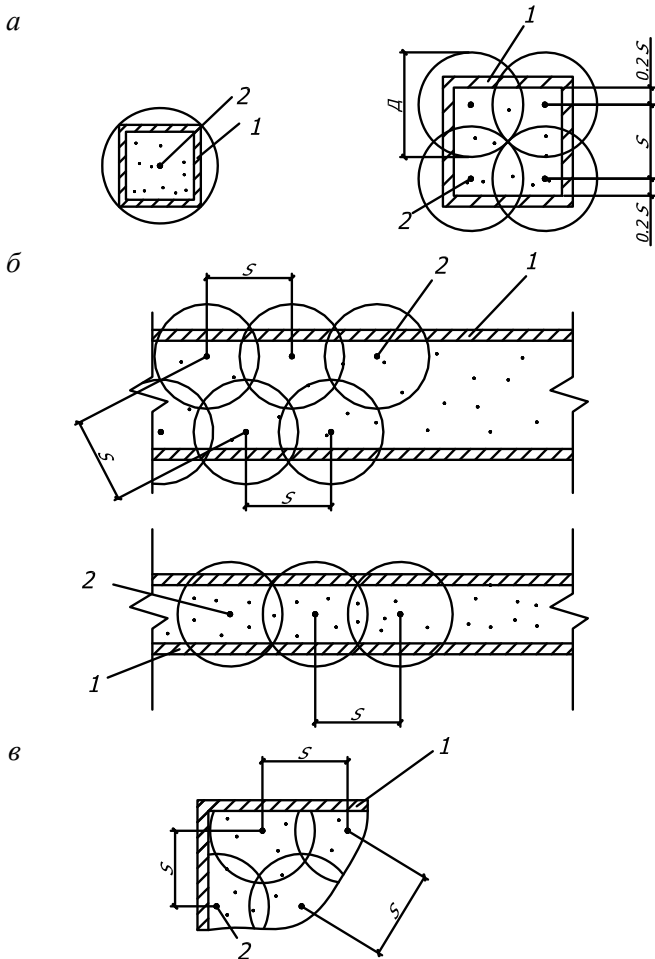


Рис. 9.32. Схемы перестановки вибратора:
 а – для колонн; б – для стен; в – для перекрытия (покрытия);
 1 – опалубка; 2 – вибратор; S – шаг установки вибратора;
 D – диаметр действия вибратора

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

При непрерывной укладке бетонной смеси слоями область уплотнения должна включать в себя не только уплотняемый слой, но и от

10 до 15 см нижележащего слоя. Это обеспечивает более надежную связь обоих слоев бетонной смеси. Внутренний вибратор нельзя соприкасаться с опалубкой.

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.

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

Распалубку монолитных конструкций необходимо производить, когда бетон достигнет распалубочной прочности. Распалубочная прочность монолитных конструкций оговаривается в проектной документации или принимается в соответствии с требованиями действующих ТНПА.

Распалубочную прочность бетона рекомендуется определять по результатам испытаний контрольных образцов бетона, которые должны храниться в одинаковых климатических условиях с монолитными конструкциями. Распалубочную прочность бетона допускается определять непосредственно в конструкции неразрушающими методами.

Демонтаж опалубки монолитных конструкций производят в последовательности, обратной сборке; демонтаж опалубки колонн – Г-образными блоками.

Для отрыва опалубки с палубой из водостойкой фанеры следует применять только деревянные клинья. Применение монтажного крана, лома, кувалды для отрыва опалубки от бетона запрещается.

Распалубку лифтовых шахт производят с помощью распалубочных винтовых раскосов Г-образными блоками.

Распалубка перекрытия весьма специфична. Вызвано это тем, что для ускорения возведения многоэтажных зданий с монолитными перекрытиями рекомендуется применять каскадную технологию: суть ее в том, что после бетонирования перекрытия и набора бетоном минимальной прочности от 2 до 3 МПа приступают к монтажу опалубки вышележащего перекрытия. После набора нижележащим перекрытием распалубочной прочности приступают к бетонированию вышележащего. При этом опалубку под нижележащим перекрытием не снимают.

Монолитное перекрытие (покрытие) начинают распалубивать с середины пролета, что обеспечивает равномерную передачу нагрузок.

Каскадная технология возведения многоэтажных каркасных зданий предусматривает многоуровневую систему подпорок для передачи нагрузки на нижележащие перекрытия с учетом набранной ими прочности. При этой технологии система подпорок должна передавать нагрузки на достаточное количество этажей, чтобы обеспечить восприятие монолитными плитами дополнительных нагрузок без чрезмерных деформаций, превышающих допустимые.

В качестве подпорок или страховочных подпорок следует использовать отдельные телескопические стойки или опорные башни. Порядок и схемы установки и демонтажа подпорок и страховочных подпорок определяются технологическим расчетом и приводятся в ППР или технологических картах.

Подпорка и страховочная подпорка выполняют одну и ту же функцию передачи нагрузки на нижележащее перекрытие. Однако есть существенные отличия в последовательности установки и величине передаваемых нагрузок. Подпорку устанавливают после снятия опалубки с большой площади перекрытия, когда они держат свой собственный вес. Предполагается, что подпорки не несут никакой нагрузки при их установке. При дополнительном нагружении плиты нагрузка воспринимается плитой и подпоркой. Рекомендуется устанавливать подпорки по одной вертикали на каждом этаже.

Страховочные подпорки устанавливаются при ранней распалубке монолитных перекрытий (при прочности бетона 50–60 % от проектной). Они плотно устанавливают под бетонную плиту после распалубки небольшой площади, не позволяя плите прогибаться от своего собственного веса. Предполагается, что страховочные подпорки несут такую же нагрузку, какую несли телескопические стойки опалубки. Телескопические стойки опалубки, оставленные на месте при распалубке, выполняют такую же функцию, как и страховочные подпорки.

Основные положения терминов «подпорка» и «страховочная подпорка» объяснены в ТКП 45-5.03-23.

Возведение надземной части монолитных каркасных зданий, наряду с бетонными работами, включает устройство наружных и внутренних стен и перегородок из штучных материалов.

Технология устройства наружных стен из штучных искусственных материалов (в основном из блоков), а также внутренних стен

и перегородок из штучных материалов принципиально не отличается от технологии, изложенной в гл. 4 и гл. 5. Существенные отличия имеются только при организации производства работ.

Практика показала, что для подачи на рабочее место технологической оснастки (элементы опалубки), материалов (бадью с бетонной смесью, арматура, поддоны с газосиликатными блоками, кирпичом и др.) эффективны стационарные башенные итальянские краны «TEREX». Основное их преимущество перед башенными передвижными кранами в том, что они не требуют устройства кранового пути.

Краны «TEREX» устанавливаются на четыре опоры, расстояние между которыми составляет около 4,0 м. Основание под опоры выполняется из сборных железобетонных блоков. Марки их выпуска – CBR 21Н; CBR 24 PLUS; CBR 28 PLUS; CBR 32 PLUS; CBR 40Н. Их грузоподъемность при минимальном вылете стрелы 3,75 м – 4,0 т, для максимального вылета стрелы 32 м – 1,0 т. Перевозятся краны на трейлере.

Ввиду того, что к выполнению работ по каменной кладке стен и перегородок приступают по завершению бетонных работ, рекомендуется следующим образом организовать подачу материалов (поддоны с блоками, кирпичом и др.) на рабочее место каменщиков (подмости).

Материалы подаются на нужный этаж здания стационарным башенным краном «TEREX». Прием материалов на этажах выполняется на выносные грузовые площадки (рис. 9.33).

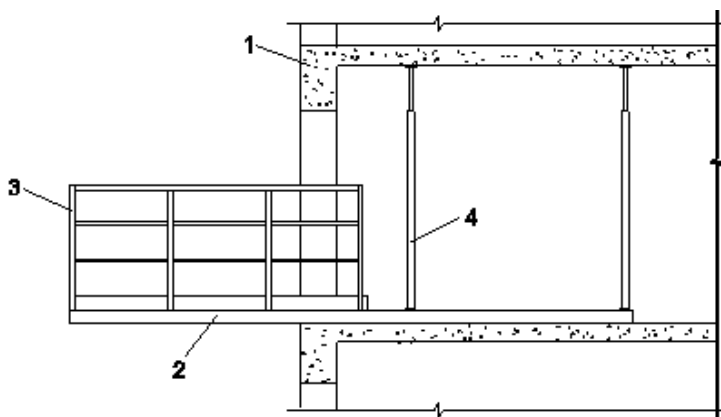


Рис. 9.33. Схема установки выносной грузовой площадки:
1 – каркас возводимого здания; 2 – грузовая площадка; 3 – ограждение;
4 – телескопическая стойка

С выносных грузовых площадок поддоны с материалами перемещают с помощью штабелеров (как указывалось, устройств, предназначенных для перемещения, подъема и укладки поддонов) на рабочее место каменщиков и укладывают на подмости.

Рекомендуется использовать штабелеры ручные гидравлические: Eurolifter (Евролифтер); Pramac (Прамак); Xilin (Ксилин) и др. Все они позволяют перемещать груз до 1500 кг и поднимать поддоны на высоту от 1,0 м до 3,0 м.

Контроль качества и приемка работ

Согласно ТКП 45-1.01-159 раздел «Контроль качества и приемка работ» должен содержать методы и средства контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

Раздел должен содержать следующие подразделы:

входной контроль поступающей продукции (ГОСТ 16504);

операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций (ГОСТ 16504);

приемочный контроль выполненных работ (ГОСТ 16504).

Входной контроль поступающей продукции согласно табл. 1 СТБ 1958-2009 выполняется для арматурных и бетонных работ.

Операционный и приемочный контроль разрабатываются на основании ТКП 45-5.03-131 и СТБ 1958-2009.

Раздел «Контроль качества и приемка работ» оформляют по форме, приведенной в прил. Г к ТКП 45-1.01-159.

Основные положения техники безопасности

Возведение монолитных каркасных зданий необходимо осуществлять с соблюдением требований действующих ТКП «Безопасность труда в строительстве» к опалубочным, арматурным и бетонным работам.

До начала производства работ руководители специалисты и рабочие должны быть ознакомлены под роспись с ППР.

Не допускается одновременное производство работ в двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, навесов и т. п.). Настилы опалубки, подмостей и стремянок, расположенные выше 1,3 м от уровня земли или пере-

крытия, оборудуют перильным и бортовым ограждением. Высота ограждения 1,1 м. Установленная опалубка перекрытий должна иметь ограждение по всему периметру. При работе на высоте более 1,3 м (если невозможно устроить ограждения) рабочих снабжают предохранительными поясами с карабинами (ГОСТ 12.4.089). Места надежного закрепления цепи или каната предохранительного пояса указывают в ППР или технологических картах.

За состоянием всех конструкций опалубки и подмостей необходимо систематическое наблюдение. Состояние опалубки и подмостей должен ежедневно перед началом смены проверять мастер, руководящий соответствующим участком работ на данном объекте.

Устанавливать кранами крупноформатные опалубочные панели и блоки, собранные из щитов, можно в том случае, если элементы составляют жесткую систему. Освобождать установленный элемент опалубки от крюка подъемного механизма разрешено после его закрепления постоянными или временными связями (согласно проекту) и проверки надежности закрепления.

При разборке опалубки необходимо принимать меры против падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих элементов или конструкций. Запрещено складировать на подмостях демонтированные элементы. Из досок и фанерной палубы необходимо удалять торчащие гвозди. Все проемы, оставленные в перекрытиях, должны быть после снятия опалубки надежно ограждены.

Монтаж и демонтаж опалубки при скорости ветра более 15 м/с не допускается.

Приготовление и нанесение любых смазок на поверхности опалубки необходимо выполнять с обязательным соблюдением всех требований санитарии и техники безопасности.

Не допускается сбрасывание опалубочных элементов с высоты, демонтаж телескопических стоек и опорных башен без предварительной разборки балок, щитов и палубы.

Строповку опорных башен при монтаже их краном можно производить только за горизонтальные раскосы в местах, оговоренных ППР.

Опорные башни и телескопические стойки необходимо устанавливать на прочное основание. Опирайте башни и телескопические стойки на грунт, снег и лед не допускается.

При укладке балок в оголовки стоек торец балки должен выступать за ось стойки не менее чем на 100 мм.

Нагрузка на телескопические стойки и опорные башни не должна превышать допустимую.

Временное складирование технологического оборудования, арматуры и т. п. на перекрытии разрешается в пределах допустимых технологических нагрузок на перекрытие, оговоренных в технологических картах.

При производстве арматурных работ ходить по заармированному перекрытию рекомендуется только по временному дощатому настилу шириной от 0,3 до 0,4 м, установленному на временные арматурные столики.

При ведении бетонирования с электропрогревом необходимо соблюдать все правила техники безопасности при зимнем бетонировании.

Технический персонал, обслуживающий системы электрообогрева, должен пройти обучение безопасным методам работы и после проверки знаний квалифицированной комиссией получить соответствующее удостоверение. Дежурные электромонтеры должны иметь квалификацию не ниже III-го разряда.

Рабочие, обслуживающие электропрогрев бетона, снабжаются диэлектрическими сапогами или специальными диэлектрическими галошами, а электромонтеры, кроме того, диэлектрическими перчатками.

Участки электропрогрева должны находиться под непрерывным наблюдением дежурного электрика. Производство работ на участках электропрогрева, за исключением наблюдения за температурой бетона, запрещается.

В темное время суток участок электропрогрева бетона должен быть достаточно освещен.

Заключение к разделу III

Накопленный опыт массового возведения зданий и сооружений из сборных железобетонных конструкций позволяет сделать следующие выводы.

В целом монтаж зданий и сооружений из сборных железобетонных конструкций заводского изготовления, за счет перехода от ручных операций к полумеханизированным процессам на строительной площадке, позволяет существенно снизить трудоемкость производ-

ства работ. Однако ввиду того, что монтаж конструкций является комплексным технологическим процессом, в котором собственно монтаж конструкций занимает по объему не более 40 % от суммы транспортного и подготовительного процессов, резервов по дальнейшему повышению его технологичности практически нет.

Основные причины, не позволяющие повысить его эффективность:

1) большое разнообразие номенклатуры применяемых сборных железобетонных конструкций (фермы, балки, стеновые панели, плиты перекрытия и т. п.) и большая их собственная масса приводят к существенным финансовым затратам на транспортирование и складирование конструкций на строительной площадке;

2) необходимость производства работ по заделке стыков на возводимом объекте в процессе его монтажа приводит к значительному увеличению продолжительности срока ввода в эксплуатацию зданий и сооружений.

Как показала практика строительства промышленных гигантов («Аттомаш», «АвтоВАЗ», «КамАЗ» и др.), альтернативой зданий и сооружений из сборных железобетонных конструкций заводского изготовления, позволяющей снизить сроки их возведения, сегодня являются металлические конструкции заводского изготовления.

Список рекомендуемой нормативной литературы

1. ТКП 45-1.01-159-2009. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

2. ТКП 45-5.03-130-2009. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 25 с.

3. ТКП 45-5.03-131-2009. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 20 с.

4. ТКП 45-5.03-23. Опалубочные системы. Правила устройства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 66 с.

5. ТКП 45-1.03-44-2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2007. – 33 с.

6. ТКП 45-5.02-82-2010. Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 98 с.

7. ТКП EN 1996-2-2009 (02250) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Ч. 2. Проектные решения, выбор материалов и выполнение каменных конструкций. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 25 с.

8. ТКП 45-5.04-41-2006. Стальные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2006. – 26 с.

9. ТКП 45-5.06-136-2009. Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 6 с.

10. ТКП 45-1.03-161-2009. Организация строительного производства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 29 с.

11. ТКП 45-1.03-109-2008. Высотные здания из монолитного железобетона. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 43 с.

12. ТКП 45-5.05-64-2007. Деревянные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 12 с.

13. ТКП 45-5.03-20-2006. Монолитные каркасные здания. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 56 с.

14. ТКП 45-5.03-21-2006. Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 103 с.

15. СТБ 1076-97. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

16. СТБ 1164.0-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Контроль качества и приемка работ. Параметры контроля и состав контролируемых показателей. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 34 с.

17. СТБ 1958-2009. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 15 с.

18. СТБ 1959-2009. Строительство. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

19. П16-03 к СНБ 5.01.01-99. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 52 с.

20. ГОСТ 16504. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 1981. – 26 с.

21. СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 44 с.

22. СТБ 1228-2000. Кирпич и камни силикатные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

23. СТБ 1307-2012. Смеси растворные и растворы строительные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

24. СТБ 17190-2007. Блоки керамические поризованные пустотелые. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 10 с.

25. СТБ 1786-2007. Плиты гипсовые пазогребневые для перегородок. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 19 с.

26. СТБ 1117-98. Блоки стеновые из ячеистого бетона. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

27. СТБ 1437-2004. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2004. – 11 с.

28. СТБ 1995-2009. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

29. СТБ 1103-98. Арматура стеклопластиковая. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

30. СТБ 2087-2010. Строительство. Возведение каменных и армокаменных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 24 с.

31. СТБ EN 1745-2008. Каменная кладка и изделия для каменной кладки. Метод определения расчетных значений теплозащитных свойств. – Минск : Госстандарт, 2008. – 15 с.

32. СТБ EN1015-2-2013. Методы испытаний раствора для каменной кладки. – Часть 2. Отбор проб раствора и приготовление испытываемого раствора. – Минск : Госстандарт, 2013. – 19 с.

33. СТБ EN 1015-10-2013. Методы испытаний раствора для каменной кладки. – Часть 10. Определение плотности в сухом состоянии затвердевшего раствора. – Минск : Госстандарт, 2013. – 24 с.

34. СТБ EN 998-2-2008 Требования к растворам для каменных работ. – Часть 2. Раствор кладочный. – Минск : Госстандарт, 2008. – 19 с.

35. СТБ 1178-99. Колонны железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Ч. 1. – Минск : Госстандарт, 2000. – 10 с.

36. СТБ 1646-2006. Колонны стальные одноступенчатые для зданий с мостовыми электрическими кранами общего назначения гру-

зоподъемностью до 50 т. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 8 с.

37. СТБ 1318-2002. Балки подкрановые железобетонные предварительно напряженные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002. – 6 с.

38. СТБ 1328-2002. Балки подкрановые стальные для мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью до 50 т. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002. – 5 с.

39. СТБ 1186-99. Балки стропильные и подстропильные ригели и прогоны железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 9 с.

40. СТБ 1396-2003. Фермы стропильные стальные для производственных зданий. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 12 с.

41. СТБ 2075-2010. Фермы железобетонные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 17 с.

42. СТБ 1383-2003. Плиты покрытий и перекрытий железобетонные для зданий и сооружений. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 19 с.

43. СТБ EN 13224-2009. Изделия железобетонные сборные. Плиты перекрытий ребристые. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 24 с.

44. СТБ 1989-2009. Плиты перекрытий и покрытий, панели для внутренних стен и перегородок из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2009. – 37 с.

45. СТБ 1237-2000. Плиты балконов и лоджий железобетонные. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2001. – 11 с.

46. СТБ 1143-99. Блоки железобетонные объемные для зданий. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 17 с.

47. СТБ 1151-99. Панели стеновые внутренние и блоки вентиляционные бетонные и железобетонные для зданий. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 19 с.

48. СТБ 1185-99. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 22 с.

49. СТБ 1806-2007. Панели металлические трехслойные с утеплителем из пенополистирольных плит. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2007. – 9 с.

50. СТБ 1808-2007. Панели металлические трехслойные с утеплителем из минераловатных плит. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2007. – 11 с.

51. СТБ 1749-2007. Строительство. Конструкции стальные. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 15 с.

52. СТБ 1959-2009. Строительство. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 16 с.

53. СТБ 1958-2009. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 37 с.

54. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 139 с.

55. СТБ 1035. Смеси бетонные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 12 с.

56. НЗТ сборник № 1. Внутрипостроечные транспортные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 40 с.

57. ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. – Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1988. – 224 с.

58. НЗТ сборник № 2. Земляные работы. – Выпуск 1. Ручные земляные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 50 с.

59. НЗТ сборник № 3. Каменные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 48 с.

60. НЗТ сборник № 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 98 с.

61. НЗТ сборник № 5-1. Монтаж металлоконструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 33 с.

62. НЗТ сборник № 22-1. Сварочные работы. – Вып. 1. Конструкции зданий и промышленных сооружений. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 47 с.

63. НЗТ сборник № 25. Такелажные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 69 с.

64. НЗТ сборник № 27. Кислотоупорные и антикоррозионные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 1998. – 64 с.

65. НЗТ сборник № 41. Арматурные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 21 с.

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Сергей Николаевич
ЧЕРНОИВАН Вячеслав Николаевич
ЧЕРНОИВАН Николай Вячеславович

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Часть 1

Редактор *Т. В. Мейкшане*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 26.02.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 19,76. Уч.-изд. л.15,45. Тираж 500. Заказ 756.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.