

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Строительные материалы и технология строительства»

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

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

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

Минск  
БНТУ  
2022

УДК 69.059.7(075.8)

ББК 38.6я

Т38

**А в т о р ы:**

*С. Н. Леонович, Д. В. Топчий, В. Н. Черноиван,  
Н. В. Черноиван, А. А. Латидус, В. А. Кондратьев*

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра «Технология бетона и строительные материалы»  
Брестского государственного технического университета,  
зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор *В. В. Тур;*  
главный инженер ООО «ИнжСпецСтройПроект» *Д. А. Литвиновский*

Т38

**Технология** производства строительных работ при реконструкции действующих объектов : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – 528 с.  
ISBN 978-985-583-783-2.

В учебно-методическом пособии даны основы технологии производства общестроительных и отделочных работ, выполняемых при реконструкции действующих промышленных и гражданских объектов: усиление и восстановление эксплуатируемых конструкций, а также возведение новых зданий и сооружений, запроектированных на реконструированном объекте.

Рассмотрены вопросы проведения натурных обследований эксплуатируемых зданий и сооружений с целью подготовки Заключения технического состояния несущих и ограждающих конструкций. Даны основные конструктивные решения и технология производства работ при реконструкции (ремонте, усилении) несущих и ограждающих конструкций эксплуатируемых объектов. Приведена технология реабилитации (ремонта) отделочных покрытий: монолитной штукатурки, облицовки стен и пола керамической плиткой и облицовки синтетическими покрытиями, а также ремонт поверхностей, облицованных плитами из природных материалов (гранит, мрамор).

Предназначено для студентов учреждений высшего образования I и II ступени по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Может быть полезно учащимся строительных колледжей, а также инженерно-техническим работникам, занятым в строительстве.

**УДК 69.059.7(075.8)**

**ББК 38.6я**

**ISBN 978-985-583-783-2**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
<b>РАЗДЕЛ I. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>10</b>
1. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	10
1.1. Техническая диагностика зданий и сооружений .....	10
1.2. Обследования зданий и сооружений. Общие положения .....	19
1.3. Методика проведения обследований .....	22
1.4. Составление отчета .....	29
2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	39
2.1. Общие положения .....	39
2.2. Проект производства работ при реконструкции .....	40
2.3. Организация производства работ .....	43
3. ДЕМОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	47
3.1. Общие положения .....	47
3.2. Организационно-технологическая последовательность выполнения работ .....	48
3.3. Демонтаж сборных железобетонных конструкций .....	51
3.4. Демонтаж монолитных конструкций .....	56
3.5. Утилизация разрушенных железобетонных конструкций ...	57
4. РЕКОНСТРУКЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	58
4.1. Общие положения .....	58
4.2. Восстановление и повышение несущей способности оснований .....	60
4.3. Ремонт тела фундаментов .....	64
4.4. Усиление тела фундаментов .....	70
4.5. Уширение (увеличение площади) подошвы фундамента .....	73
4.6. Увеличение глубины заложения фундамента .....	77
4.7. Полная или частичная замена фундамента .....	79
5. ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ И ТЕПЛОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	84
5.1. Общие положения .....	84
5.2. Дефекты каменной кладки. Мониторинг выявленных трещин .....	84

5.3. Оценка прочности кирпича и раствора .....	88
5.4. Основные конструктивно-технологические решения усиления каменных конструкций .....	91
5.5. Основные способы дополнительной тепловой защиты ограждающих кирпичных конструкций. Технология производства работ.....	104
<b>6. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>119</b>
6.1. Общие положения .....	119
6.2. Основные дефекты железобетонных конструкций. Виды трещин, их влияние на эксплуатационные характеристики конструкций .....	119
6.3. Основные способы реконструкции (усиления) железобетонных конструкций.....	126
6.4. Требования к бетонным и арматурным работам .....	129
6.5. Технология реконструкции слабopоврежденных железобетонных конструкций.....	132
6.6. Технология реконструкции опорных частей изгибаемых железобетонных конструкций.....	136
6.7. Усиление конструкций с применением обетонирования ...	140
6.8. Усиление конструкций рубашками и наращиваниями.....	144
6.9. Усиление конструкций металлическими элементами .....	148
6.10. Усиление углеродным волокном .....	158
6.11. Облегченные перекрытия с предварительным напряжением арматуры.....	161
<b>7. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ.....</b>	<b>165</b>
7.1. Общие положения .....	165
7.2. Усиление металлических конструкций увеличением их поперечного сечения .....	166
7.3. Усиление изгибаемых металлических конструкций.....	169
7.4. Повышение местной устойчивости балок.....	170
7.5. Усиление соединений металлических конструкций .....	172
7.6. Усиление металлических конструкций изменением их расчетной схемы.....	174
<b>8. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>177</b>
8.1. Усиление деревянных элементов накладками.....	177



8.2. Усиление деревянных элементов стропильных крыш.....	179
8.3. Защита усиленных деревянных конструкций от загнивания и возгорания .....	181
<b>9. РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СОВМЕЩЕННЫХ УТЕПЛЕННЫХ КРОВЕЛЬ</b> .....	183
9.1. Общие положения .....	183
9.2. Технология реабилитации совмещенных утепленных рулонных кровель.....	184
9.3. Технология восстановления эксплуатационных характеристик материала засыпного утеплителя на кровле.....	190
<b>10. РЕАБИЛИТАЦИЯ (РЕМОНТ) ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ</b> .....	199
10.1. Общие положения .....	199
10.2. Ремонт монолитной штукатурки .....	200
10.3. Ремонт облицовки и керамической плитки .....	202
10.4. Ремонт облицовки синтетическими покрытиями.....	204
10.5. Ремонт облицованных поверхностей .....	207
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАЗДЕЛУ I</b> .....	209
<b>РАЗДЕЛ II. ВОЗВЕДЕНИЕ НОВЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ</b> .....	212
<b>11. ВОЗВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НУЛЕВОГО ЦИКЛА</b> .....	212
11.1. Общие положения .....	212
11.2. Конструктивное решение монолитных железобетонных фундаментных плит .....	213
11.3. Организация и технология производства работ .....	214
<b>12. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ ШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	223
12.1. Общие положения .....	223
12.2. Элементы кладки.....	226
12.3. Возведение конструктивных элементов кирпичных стен зданий.....	234
12.4. Технологические операции при производстве каменной кладки.....	240
12.5. Организация рабочего места каменщиков .....	243
12.6. Кладка наружных стен.....	249
12.7. Устройство перегородок.....	260
12.8. Производство каменных работ при отрицательных температурах наружного воздуха .....	268

13. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С НЕСУЩИМ КАРКАСОМ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....	274
13.1. Общие положения .....	274
13.2. Технология возведения зданий из монолитного железобетона.....	275
14. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	301
14.1. Общие положения .....	301
14.2. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий .....	301
15. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА КРЫШ .....	344
15.1. Общие положения .....	344
15.2. Совмещенные утепленные рулонные кровли.....	344
15.3. Материалы, применяемые для устройства совмещенных утепленных крыш из рулонных материалов и мастик .....	346
15.4. Технология устройства совмещенных утепленных крыш с водоизоляционным ковром из наплавляемых рулонных материалов.....	351
15.5. Устройство рулонного водоизоляционного ковра из наплавляемых рулонных материалов .....	361
15.6. Устройство рулонного водоизоляционного ковра из ПВХ-мембран .....	366
15.7. Скатные крыши .....	376
16. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ .....	401
16.1. Общие положения .....	401
16.2. Защита конструкций от увлажнения подземными водами.....	401
16.3. Защита наружных стен от увлажнения атмосферными осадками.....	409
17. ШТУКАТУРНЫЕ РАБОТЫ.....	411
17.1. Общие положения .....	411
17.2. Отделка поверхностей обычными растворами.....	412
17.3. Облицовка поверхностей гипсокартонными листами .....	423
18. ОКЛЕЙКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОЯМИ И СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПЛЕНКАМИ .....	427
18.1. Классификация обоев. Подготовительные работы .....	427
18.2. Производство работ по наклейке обоев .....	429

18.3. Жидкие обои .....	432
18.4. Стекловолокнистые обои.....	433
19. ОБЛИЦОВОЧНЫЕ РАБОТЫ .....	435
19.1. Общие положения .....	435
19.2. Материалы, применяемые для облицовки внутренних поверхностей зданий и сооружений .....	436
19.3. Технология облицовки поверхностей плиткой .....	443
20. УСТРОЙСТВО ПОТОЛКОВ .....	454
20.1. Подвесной потолок.....	454
20.2. Натяжные потолки .....	462
21. УСТРОЙСТВО ПОЛОВ .....	471
21.1. Общие положения .....	471
21.2. Устройство стяжек .....	473
21.3. Технология устройства монолитных покрытий пола .....	477
21.4. Технология устройства пола из древесины и изделий на ее основе .....	483
21.5. Наливной пол.....	503
21.6. Теплый пол.....	510
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАЗДЕЛУ II.....	520
Приложение А. Растворобетонные комплексы блочно-модульной компоновки и стационарные бетонные заводы .....	522

## ВВЕДЕНИЕ

В широком смысле термин «реконструкция действующих промышленных и гражданских объектов» включает следующие понятия и положения:

- переустройство существующих цехов и объектов, связанное с совершенствованием производства и повышением его технико-экономического уровня;

- расширение действующих объектов;

- строительство новых объектов, вместо ликвидированных цехов и объектов того же назначения, дальнейшая эксплуатация которых признана нецелесообразной.

В настоящем пособии, предназначенном для инженеров-строителей, под термином «реконструкция действующих объектов» подразумеваются следующие понятия:

- переустройство (изменение планировки, этажности и др.) существующих зданий и сооружений, обусловленное совершенствованием производства с целью повышением его технико-экономического уровня;

- строительство новых зданий и сооружений на территории действующих реконструируемых объектов (как взамен ликвидированных, дальнейшая эксплуатация которых признана нецелесообразной, так и необходимых для организации планируемого производства).

Учитывая существенные различия в организации и выполнении строительных технологических процессов при новом строительстве и при реконструкции (изменение планировки, этажности и др.) действующих зданий и сооружений, в пособии подробно рассмотрены вопросы проведения натурных обследований эксплуатируемых зданий и сооружений с целью подготовки заключения о техническом состоянии несущих и ограждающих конструкций. Рассмотрены технологические решения демонтажа конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений, которые не соответствуют техническим требованиям по дальнейшему применению.

Приведен обширный материал по конструктивным решениям и технологии производства ремонта (усиления) сборных железобетонных, металлических и каменных конструкций. Рассмотрены вопросы тепловой реабилитации ограждающих конструкций: наружных кирпичных стен и совмещенных утепленных кровель.

Изложена технология возведения массово применяемых конструкций:

- сборные ленточные фундаменты;
- кладка стен и перегородок из искусственных штучных материалов;
- монтаж сборных железобетонных и металлических конструкций;
- бетонные работы;
- кровельные работы;
- отделочные работы.

Также приведена технология возведения эффективных строительных конструкций:

- мелкозаглубленных фундаментов;
- двухслойных утепленных кирпичных стен;
- зданий с монолитным железобетонным несущим каркасом;
- устройство водоизоляционного ковра из ПВХ – мембран и др.

В разделе «Гидроизоляционные работы» приведены эксплуатационные характеристики всех видов массово применяемых гидроизоляционных материалов (окрасочных, обмазочных, рулонных), а также новых материалов – гидроизоляция мембранного типа.

# РАЗДЕЛ I. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

## 1. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 1.1. Техническая диагностика зданий и сооружений

Для разработки ППР (проект производства работ) на проведение строительных работ при реконструкции эксплуатируемых зданий и сооружения необходимо Заключение о техническом состоянии несущих и ограждающих конструкций. Сегодня объективную информацию по данному вопросу можно получить, как правило, только по результатам натурных обследований.

Особенно важно проведение натурных обследований при реконструкции эксплуатируемых зданий и сооружений, так как это зачастую связано с изменением действующих нагрузок, конструктивных схем и необходимостью учета современных норм проектирования зданий. В процессе эксплуатации зданий вследствие различных причин происходят физический износ строительных конструкций, снижение их несущей способности в целом, увеличение деформативности как отдельных конструктивных элементов, так и узлов.

Базой для разработки методики проведения натурных обследований является техническая диагностика. Технической диагностикой называют отрасль знаний, которая изучает признаки, методы и средства определения технического состояния объекта, а также технологию и организацию использования систем диагностирования.

Система диагностирования – совокупность средств, исполнителей и определенных объектов, взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей нормативной документацией.

Диагностирование включает три основных этапа: сбор и обработка данных (базы данных и геоданных, хранилища данных), анализ информации (информационные ресурсы), синтез знаний (базы знаний). Внедрение методов искусственного интеллекта, информационных интеллектуальных систем позволяет значительно улучшить качество технического контроля. Системы «человек-машина» эффективны при принятии управленческих решений по поддержанию эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, прогнозировании и планировании.

Существующая практика технической диагностики предполагает получение ограниченного объема данных (в основном внешних признаков) о системе «сооружение – геосреда – внешняя среда». Обработка данных и анализ информации в условиях неопределенности (неполноты, нечеткости и т. п.) проводятся специалистами, имеющими лицензии на данный вид деятельности (инспектора технического контроля), на основе экспертных оценок, что приводит к погрешностям различной степени в зависимости от их компетенции и опыта и зачастую к экономическим потерям. Например, поверочные численные расчеты проводятся только в случаях неработоспособного состояния конструкции. При такой методике значительны погрешности в определении состояния (в пределах 20 % и более по износу), а также затруднительно прогнозирование развития дефектов и, соответственно, оценка технического состояния (ТС). Оценку ТС эксплуатируемых объектов рекомендуется выполнять с учетом следующих параметров, объединенных в группы: *физические, химические, механические, геометрические, структурные, функциональные, эстетические, эксплуатационные и др.*

Например, эксплуатационные параметры учитывают режим эксплуатации, а также подготовленность персонала, обеспечить своевременность выполнения регулирующих действий. На основе параметров формируются показатели. *Показатели по сочетанию параметров могут быть простые и комплексные, по значимости – ключевые, основные и второстепенные.* Это деление – условное, в зависимости от состояния объекта. Иначе говоря, один и тот же показатель может быть ключевым при одном состоянии объекта и второстепенным при другом. Для выбора сбалансированной системы показателей нужно определить предельные состояния системы. Это приводит к необходимости создания типовых моделей (режимов) эксплуатации объектов и соответствующих предельных состояний, а также критериальных условий их наступления.

ТС рассматривается как категория описания системы на основе ее прошлого и настоящего с целью определения ее будущего (табл. 1.1). Изменение ТС определяется переходной функцией, гладкой (при описании, например, процесса старения) либо дискретной (повреждения и отказы).

Таблица 1.1

## Классы технических состояний сооружений

Класс	Наименование ТС	Износ, %	Классифицирующее событие – причина	Классифицирующее структурное несоответствие – следствие
I	Работоспособное	0–19	Незначительный отказ, сбой	Незначительный дефект
II	Ограниченно работоспособное	20–39	Малозначительный отказ	Малозначительный дефект
III	Неработоспособное	40–59	Значительный отказ	Значительный дефект
IV	Предельное II группы	60–79	Критический отказ	Критический дефект
V	Предельное I группы	80–100	Предельный отказ	Разрушение

*Принято, что на момент ввода в эксплуатацию строительный объект уже является не полностью исправным. Мотивируется это тем, что он имеет неизбежные начальные дефекты и несовершенства из-за ошибок на проектно-изыскательской и строительной стадиях. Условно сооружение исправно на момент начала стадии проектирования.*

Переход между классами определяется цепью причинно-следственных классифицирующих событий – несоответствий. Так как в цепях не соблюдается пропорциональность масштабов следствий и вызвавших их причин, то наиболее удобным будет использование кумулятивных кривых отказов и дефектов.

Отказы могут быть вызваны превышением нормативного уровня нагрузок, нарушением условий технического обслуживания и связаны как с исключительными воздействиями (землетрясение, ледяной дождь и др.), так и с неблагоприятным сочетанием обычных нагрузок. Исходной причиной отказов могут служить ошибки, допущенные при проектировании, строительстве, эксплуатации и техническом обслуживании, а также сочетания этих ошибок с неблагоприятными внешними условиями, не зависящими от эксплуатационного персонала. Результатом отказов являются дефекты.

**Дефект** – это отклонение от принятой области значений контролируемого признака. Определение величины повреждения зависит от



выбранных для измерений или расчета характеристик, допустимого диапазона их значений и точности статистических данных, используемых для классификации повреждения. Если повреждение – ухудшение эксплуатационных качеств, то отказ – невозможность нормальной эксплуатации. Возможно более подробное деление состояний, чем приведенное выше, с выделением промежуточных состояний с пониженными уровнями качества (изменение режима эксплуатации).

*Сегодня применяют следующие подходы классификации дефектов:*

1) группировка дефектов по виду: конструктивные, геометрические, физические, механические, химические, эстетические и эргономические;

2) деление по классам: 1 – незначительные; 2 – малозначительные; 3 – значительные; 4 – критические; 5 – предельные. Такая классификация позволяет достичь соответствия классов дефектов и состояний;

3) деление по допускам (количественным ограничениям и качественным требованиям) относительно оптимального значения, которое определяется по нормам, расчетным методом, с помощью экспертных оценок.

В зависимости от критериев предельного состояния и условий эксплуатации параметры для вычисления показателей состояний разделены на группы дефектов:

– *геометрические*: изменение габаритных размеров, искажение формы, жесткости, крен, выпучивание, перекосы, увеличение зазоров и т. д.;

– *механические*: химический состав, характеристики микроструктуры, коэффициенты запасов прочности по пределам текучести, прочности, длительной прочности, ползучести, трещиностойкости, устойчивости, по числу циклов или напряжениям при расчетах на циклическую прочность и т. д.;

– *физические*: модули упругости и деформации, плотность, коэффициенты фильтрации, угол внутреннего трения, сцепление и т. д.;

– *технологические*: производительность, температура, давление, параметры вибрации, режимы работы и т. д.

**Структурные дефекты в материале** подразделяются на точечные (вакансии и межузельные), линейные, поверхностные и объемные. Линейные дефекты – дислокации, простейшими из которых являются краевые и винтовые. Совокупность точечных, линейных и поверхностных дефектов приводит к искажению решетки. Мерой

искаженности является вектор Бюргерса, характеризующий энергию дислокации.

Возможными причинами дефектов могут быть:

- нарушение уровня функционирования из-за постепенного изменения параметров объекта;
- исчерпание запасов прочности и ресурса восстанавливаемых узлов, элементов и деталей;
- наработка до предельного состояния невосстанавливаемых элементов;
- дефект из-за механического разрушения вследствие накопления усталостных повреждений.

Структурные дефекты классифицируются также по ряду причин: ошибки при проектировании, некачественное изготовление и монтаж изделий, неправильная эксплуатация. Особую группу составляют ошибки при проектировании, вызванные отсутствием учета условий изготовления и монтажа конструкций. Классификация дефектов по причинам, вызывающим их, позволяет выявить причины дефектов и наметить способы их устранения и предупреждения. Каждый дефект характеризуется не только по причинам, но и по размерам и возможным последствиями. Дефекты могут ухудшить нормальные условия эксплуатации, снизить несущую способность сооружений, сократить их долговечность, привести к аварии здания. Если в проекте есть ошибки, если используются строительные материалы и изделия низкого качества, то нельзя построить высококачественную конструкцию.

*Начальные дефекты* возникают по технологическим причинам (ошибки монтажа, нарушение требований транспортировки и т. п.), что приводит к остаточным деформациям. Наличие начальных дефектов приводит к тому, что результирующие напряжения (с учетом внешних воздействий) отличаются от расчетных. В одних локальных зонах они ускоряют, а в других замедляют развитие пластических деформаций.

Знания о дефектах охватывают:

- условие выдвижения гипотезы о возможности возникновения дефекта, т. е. логические комбинации параметров;
- необходимые и достаточные условия для подтверждения гипотезы;
- информацию о взаимосвязанных и взаимозависимых дефектах;

- причинно-следственные цепи;
- временные связи;
- ассоциативные связи с другими предметными областями;
- прецедентные (аналоговые) связи с другими объектами;
- информацию о состояниях, взаимоисключающих друг друга;
- сведения о дифференцируемых признаках.

Под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и сооружений в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств. Износ необходимо оценивать путем сравнения признаков, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, приведенными в нормах. Вид ТС определяется категорией выявленных дефектов.

*Кроме физического износа имеет место моральный износ*, так как большая часть реконструируемых сегодня сооружений была построена в 60–70-е годы 20-го века с учетом технологических процессов, которые не отвечают сегодняшним требованиям.

Оценка износа сооружения проводится на основе данных об износе его составных частей (элементов конструктивной схемы по классификатору из норм), взятых из ведомости дефектов (табл. 1.2).

Увеличение износа происходит за счет развития деградиционных процессов различной физической природы. Значительная часть процессов деградации проходит в недоступных зонах и не может быть выявлена. В связи с этим рекомендуется применять следующие методики оценки накопления дефектов и уровня износа эксплуатируемых объектов.

**Математические модели накопления дефектов базируются на положениях:**

- моделирования основных физических стадий развития процесса разрушения;
- введении для каждого механизма своего «внутреннего времени» процесса, в котором должна исчисляться долговечность материала для этого механизма;
- нелинейного суммирования дефектов при изменении условий нагружения;
- разработке алгоритмов оценки выработанного и прогнозе остаточного ресурса материала в критических зонах по фактической истории нагружения в этой зоне.

## Виды износов

Физический		Функциональный	Экономический
<p><i>Надежность</i> – комплексное свойство, которое может включать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств</p>	<p><i>Безопасность</i> – свойство сооружений не создавать угрозу для населения и для окружающей среды</p>	<p><i>Живучесть</i> – свойство противостоять различным критическим отказов при установленной системе технического обслуживания, или свойство сохранять ограниченную работоспособность при наличии дефектов или отказе некоторых элементов</p>	<p><i>Эффективность</i> – комплексное свойство полезности (ценности) объекта в конкретной эксплуатационной ситуации с учетом эксплуатационных затрат</p>
<p><i>Безотказность</i> – свойство непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени</p>	<p><i>Экологичность</i> – совокупность свойств конструкций удовлетворять требованиям экологической безопасности, чистоты технологических процессов, уменьшения техногенного влияния на среду</p>	<p>Избыточность объемов или элементов</p>	<p>–</p>

*Оценку уровня износа рекомендуется выполнять в следующей последовательности:*

- 1) выбор номенклатуры показателей износа и обоснование ее необходимости и достаточности;
- 2) разработка методов определения показателей и значений износа;
- 3) выбор исходных данных для определения показателей износа сооружений;
- 4) определение фактических показателей износа и их сопоставление с базовыми;
- 5) сравнительный анализ вариантов возможных решений и нахождение оптимального;

- 6) обоснование рекомендаций для принятия управляющего решения.

Понятие «*годность к эксплуатации*» следует отличать от более узкого понятия «*работоспособность*», применимого к таким конструктивным элементам (КЭ), которые при его использовании расходуют свой технический ресурс. Однако работоспособный КЭ не всегда является годным, поскольку может иметь дефекты, не оказывающие существенного влияния на его функционирование, но исключающие возможность эксплуатации.

*Предлагаются определения состояния КЭ:*

- критически дефектные, т. е. имеющие хотя бы один критический дефект;
- значительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько значительных дефектов, но не имеющие критических дефектов;
- малозначительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько дефектов малозначительных по отдельности, и в совокупности, но не имеющие значительных и критических дефектов.

*При статистическом методе контроля* соответствия сооружений заданным требованиям по надежности устанавливают необходимые исходные данные: приемочный  $R_\alpha$  и браковочный  $R_\beta$ , уровни, риски заказчика  $\beta$  и подрядчика  $\alpha$  или доверительную вероятность  $\gamma$  и значение отношения верхней  $R_v$  и нижней  $R_n$  доверительных границ.

Требования к *конструктивным способам обеспечения надежности* могут содержать:

- требования и (или) ограничения по видам и кратности резервирования;
- требования и (или) ограничения по затратам (стоимости) на изготовление и эксплуатацию, по массе, габаритам, объему КЭ и (или)

его отдельных составных частей, оборудования для технического обслуживания и ремонтов;

- требования к структуре и составу запасных деталей;
- требования к системе технического диагностирования (контроля технического состояния);
- требования и (или) ограничения по способам и средствам обеспечения ремонтпригодности и сохраняемости;
- ограничения по номенклатуре разрешенных к применению комплектующих и материалов;
- требования по применению стандартизированных или унифицированных комплектующих и др.

Требования к *технологическим способам* обеспечения надежности могут содержать:

- требования к точностным параметрам;
- требования к стабильности технологических процессов, свойствам материалов, субэлементам;
- требования к необходимости, длительности и режимам эксплуатации КЭ в процессе строительства;
- требования к способам и средствам контроля уровня надежности в ходе строительства и др.

Требования к *эксплуатационным способам* обеспечения надежности содержат:

- требования к системе технического обслуживания и ремонтов;
- требования к алгоритму контроля технического состояния;
- требования к численности, квалификации, длительности обучения обслуживающего и ремонтного персонала;
- требования к способам устранения отказов и повреждений и т. п.;
- требования к объему и форме представления информации о надежности, собираемой (регистрируемой) в ходе эксплуатации, и др.

Требования по *надежности* первоначально определяют на стадии проектирования путем выполнения работ:

- анализа требований заказчика, назначения и условий эксплуатации КЭ (или его аналогов), ограничений по всем видам затрат, в том числе по конструктивному исполнению, технологии строительства и стоимости эксплуатации;
- выработки критериев отказов и предельных состояний;
- выбора рациональной номенклатуры параметров.

Выбор номенклатуры показателей надежности осуществляют на основе классификации КЭ по признакам, характеризующим их назначение, последствиям отказов и достижение предельного состояния, особенности режимов применения и др.

Ниже даны рекомендуемые виды классификаций.

***По видам износа:***

- физический (физико-механические характеристики, прочность, трещиностойкость, непроницаемость);
- функциональный (отсутствие элементов или недостаточные объемы);
- моральный (избыточные элементы или объемы);
- экономический.

***По типам износа:***

- устранимый;
- неустрашимый.

***По методу расчета износа:***

- обследование;
- метод гарантированного срока;
- эксплуатации;
- по объему ремонтных работ.

***По типам КЭ:***

- сменяемые;
- несменяемые;
- капитальные;
- временные.

## **1.2. Обследования зданий и сооружений. Общие положения**

*Контроль технического состояния объекта* – это контроль конструктивных элементов (несущих, ограждающих), составляющих его конструктивное решение. Чтобы его осуществить, надо знать перечень обследуемых элементов, контролируемых признаков, их базовые значения. Также необходимо разработать программу оценки и только после этого выполнять собственно обследования. Обследования проводятся в несколько этапов.

***1. Предварительное обследование:***

- сбор и анализ технической документации (проектной, строительной, эксплуатационной);

- уточнение объемно-планировочного и конструктивного решений;
- выявление наиболее поврежденных участков и конструкций;
- составление программы обследований.

#### 2. Основное обследование;

- уточнение размеров, схем опирания, нагрузок, качества и прочности материалов;
- измерение и зарисовка дефектов;
- измерение деформаций (прогибов, уклонов, сдвигов, осадок фундаментов и т. п.).

#### 3. Дополнительное обследование:

- мониторинг (длительные наблюдения и измерения) деформации конструкций, температурно-влажностного режима и т. п.;
- загрузка конструкций пробной нагрузкой;
- уточнение данных геологических и геодезических изысканий.

#### 4. Составление заключения:

– о несущей способности конструкций на основе анализа данных обследований и поверочных расчетов с учетом фактических значений прочностных и упругих характеристик материалов, нагрузок, расчетных схем;

– о причинах появления выявленных дефектов конструкций, пригодности конструкций к дальнейшей эксплуатации, рекомендациях по ремонту/восстановлению/усилению/замене.

#### *Программа обследования должна включать:*

- цель и задачи обследований; конкретные работы по обследованию;
- методику проведения работ и перечень необходимых приборов, инструментов, материалов;
- указания о способах доступа к конструкциям;
- схемы установки приборов и приспособлений;
- календарный план проведения работ;
- мероприятия по технике безопасности.

При неработоспособном или аварийном состоянии несущих конструкций необходимо дать указание об ограничении нагрузки или о полной разгрузке конструкции (срочно установить временные опоры и вывести сооружение из эксплуатации). Затем необходимо выработать алгоритм контроля и только после этого приступать к выполнению обследования.

*Основные этапы работ.* Техническое задание → Алгоритм контроля → Календарный график обследований → Ведомость дефек-



тов → Заключение → Извещение → Свидетельство годности к эксплуатации → Рекомендации по эксплуатации.

*Этапы проведения обследований:*

1) заключение договора с заказчиком. В состав договора входят: техническое задание, календарный план, смета;

2) сбор и анализ проектной, исполнительной (строительной) и эксплуатационной документации;

3) предварительный визуальный осмотр;

4) составление алгоритма обследования и согласование его с заказчиком;

5) проведение основных объемов обследований;

6) предварительная обработка данных и анализ информации;

7) проведение уточняющих видов обследований;

8) разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации сооружения;

9) написание отчета;

10) выдача паспорта сооружения, извещения (при необходимости), свидетельства о годности сооружения к эксплуатации.

При проведении натурных обследований основной объем составляет детальное обследование. Его целью является получить обмерочные чертежи, фиксирующие положение строительных конструкций в плане и по высоте с указанием сечений несущих элементов, фактические значения горизонтальных и вертикальных деформаций элементов конструкций и узлов. Выполняется комплекс работ по установлению фактических значений физико-механических характеристик материалов, для чего должны быть максимально использованы неразрушающие и лабораторные методы испытаний.

Уточняются, систематизируются дефекты конструкций, их узлов и сопряжений, а также собираются сведения об эксплуатационной среде, воздействующей на конструкции и основания, определяется величина статических и динамических нагрузок и воздействий. Принимается расчетная схема несущих конструкций для выполнения окончательных поверочных расчетов отдельных элементов конструкций и сооружений в целом.

### 1.3. Методика проведения обследований

Непосредственно самому обследованию предшествует *сбор и анализ технической документации*. Эксперты, проводящие обследование, должны собрать следующую проектно-техническую документацию:

- паспортные данные (разработчик проекта, завод-изготовитель строительных конструкций, строительно-монтажная организация, дата проектирования, монтажа и сдачи в эксплуатацию);

- проектная документация по объемно-планировочному и конструктивному решениям (рабочие чертежи и пояснительная записка к ним с данными о проектных нагрузках и воздействиях);

- расчетные схемы и статические расчеты;

- рекомендации по технологии изготовления конструкций, выполнению строительно-монтажных работ и эксплуатации;

- сведения о грунтовых условиях и фундаментах;

- материалы завода-изготовителя (исполнительные рабочие чертежи; документы о произведенных заменах арматуры; сертификаты на материалы и конструкции; данные о стыках сварных соединениях; технологические журналы с указанием всех сведений об особенностях технологии (составе бетона, режимах твердения));

- карта пооперационного контроля; паспорта железобетонных и бетонных изделий с указанием прочности бетона; для преднапряженных железобетонных конструкций – сведения о способах упрочнения арматурных стержней, величине преднапряжения;

- акты на скрытые работы; исполнительная схема монтажа; данные геодезических съемок и нивелировки; для монолитных железобетонных конструкций – исполнительные чертежи, акты приемки опалубочных и арматурных работ, сведения о режиме твердения бетона, материалы по контролю качества бетона; акты и протоколы сдачи – приемки сооружений);

- документация с данными: выполняемые технологические процессы; паспортные данные о нагрузках и режиме работы подъемно-транспортного оборудования; по микроклимату и наличию агрессивных воздействий; отчеты результатов последнего обследования технического состояния здания.

По проектной документации устанавливаются: наименование и назначение объекта; наименование проектной организации; годы строительства; конструктивная схема; серии и марки типовых кон-

струкций; монтажные схемы сборных элементов; геометрические размеры элементов и конструкций; проектные нагрузки; расчетные схемы. При отсутствии рабочих чертежей, данных о физико-механических характеристиках материалов и других необходимых сведений, составляется дополнительное соглашение заказчика со специализированной организацией на выполнение дополнительных работ.

Для различных видов конструкций определяются:

- для бетонных конструкций – проектные классы (марки) бетона;
- для железобетонных конструкций – проектные классы (марки) бетона и арматуры; количество, диаметр и расположение арматуры;
- для каменных конструкций – вид кладки; проектные марки камня и раствора; количество, диаметр, вид и расположение арматуры (для армированной кладки);
- для металлических конструкций – марка или класс прочности, сертификаты качества стали; тип сварочных электродов, марка сварочной проволоки, флюса, защитных газов; диаметр, класс прочности и точности монтажных болтов; для высокопрочных болтов – способ обработки поверхностей и величина контролируемого усилия; диаметр и материал заклепок; требования по изготовлению и монтажу конструкций;
- для деревянных конструкций – порода и сорт древесины, дополнительные требования к древесине; тип и марка клея для клееных конструкций; марка фанеры; категория защитной обработки древесины; марка или класс прочности стали, алюминиевых сплавов для металлических деталей; количество, материал, диаметр и расположение болтов, нагелей, гвоздей, шурупов и других соединительных элементов.

По исполнительной документации устанавливаются: наименование строительных организаций; сроки строительства с выделением участков здания, возводимых в зимний период; заводы – изготовители конструкций; данные об отступлениях от проекта при строительстве; данные об испытаниях материалов и конструкций; данные о дефектах конструкций в процессе строительства.

По документации на эксплуатацию здания устанавливаются: данные о технологических нагрузках, в том числе от подъемно-транспортного оборудования; данные об агрессивности среды (по температуре, влажности, уровню грунтовых вод и его изменению во времени, концентрации агрессивных компонентов); сведения о по-

вреждениях, появившихся за время эксплуатации; данные о замене, ремонте и усилении конструкций.

При обследованиях после пожара дополнительно устанавливаются: время обнаружения пожара; зона распространения пожара и время интенсивного горения; температура в помещениях во время пожара; место нахождения очага пожара; средства тушения пожара; максимальная температура нагрева материала конструкций, закладных деталей и сварных соединений; распределение температур по участкам конструкций во время пожара.

Состав работ при обследовании зданий приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Состав работ при обследовании зданий

Конструктивный элемент здания	Методика проведения обследования
Основания и фундаменты	Контрольные шурфы. Лабораторные испытания грунтов. Техническое состояние тела фундамента. Проверочные расчеты оснований и фундаментов
Стены	Осмотр наружных и внутренних поверхностей стен, выявление трещин и измерение ширины их раскрытия. Зондирование стен с целью определения их конструкции. Определение прочности материала стен в наиболее нагруженных участках, влажности материала. Вскрытие защитного слоя бетона панелей для оценки состояния арматуры и закладных деталей. Определение воздухопроницаемости стыков и состояния герметика
Перекрытия	Зондирование с целью определения состава конструкции перекрытия. Осмотр поверхностей, выявление трещин и измерение ширины их раскрытия. Измерение прогибов дефектных плит, организация наблюдений за ростом прогибов. Вскрытие защитного слоя бетона плит для определения состояния арматуры, расположения, количество и класса арматуры и закладных деталей

При проведении обследований сооружение разбивается на участки по следующим признакам:

- виду материала конструкций (железобетонные, металлические, каменные, деревянные и др.);
- виду конструкций (фундаменты, колонны, покрытия, стены, фасады и др.);

– особенностям эксплуатации (снаружи или внутри здания, отапливаемое или неотапливаемое помещение, вблизи источников проливов технологических растворов, при наличии агрессивных воздействий и т. д.)

На рис. 1.1 дана схема климатических воздействий и агрессивной производственной среды на строительные конструкции одноэтажного промышленного здания.

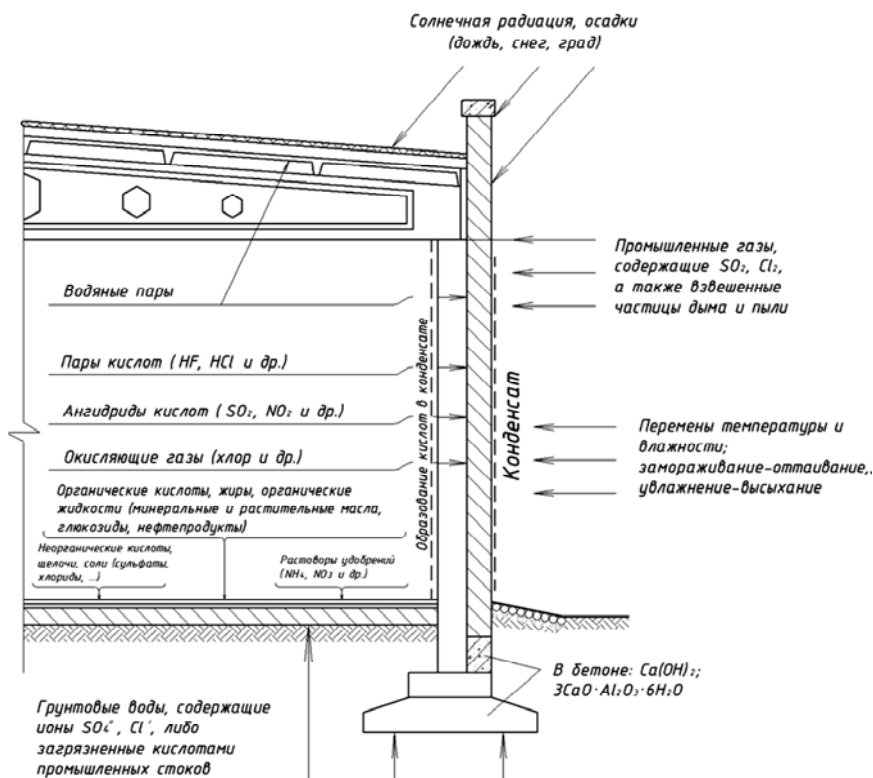


Рис. 1.1. Схема агрессивных воздействий среды на конструкции

Учитывая, что в сооружениях имеются участки действия сосредоточенных нагрузок и воздействий, вероятным участкам повышенного износа конструкций (рис. 1.2) при разработке методики проведения натурных обследований необходимо уделять повышенное внимание – выполнять измерительный контроль.

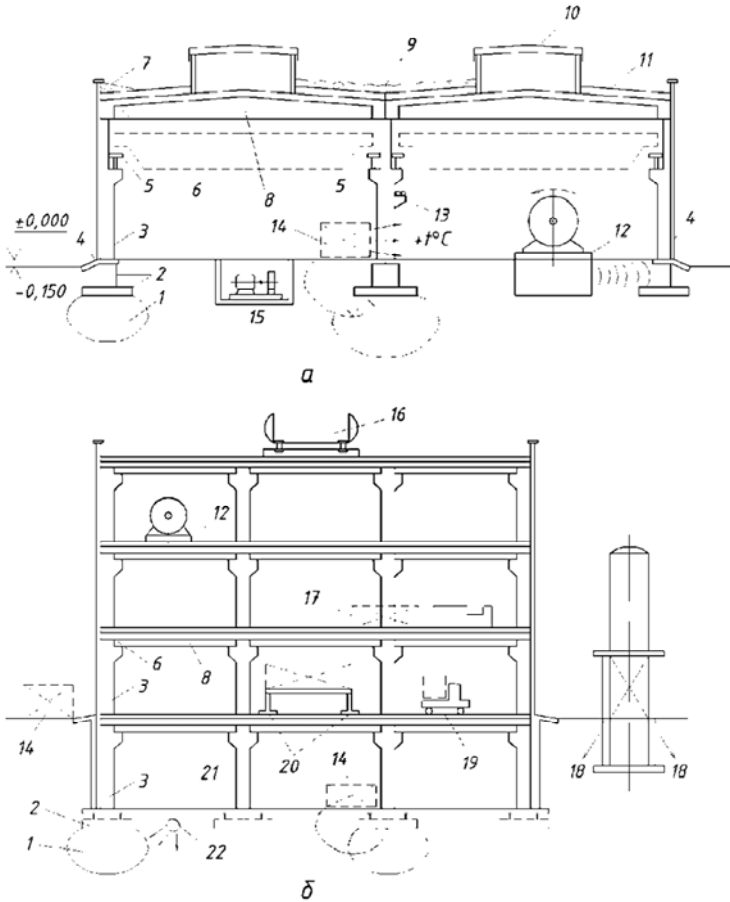


Рис. 1.2. Схема расположения участков измерений и наблюдений при обследованиях и длительных испытаниях:

*a* – одноэтажное здание; *б* – многоэтажное здание;

- 1 – напряженная зона основания под фундаментом; 2 – фундамент;
- 3 – низ стены; 4 – ограждающая конструкция; 5 – подкрановая балка;
- 6 – приопорная зона ригеля; 7 – пылевой мешок у парапета; 8 – средняя зона ригеля; 9 – пылевой мешок у фонаря; 10 – фонарь; 11 – покрытие;
- 12 – фундамент агрегата с динамическими нагрузками; 13 – кронштейны;
- 14 – пригруз на основание; 15 – приямок; 16 – резервуар; 17 – нагрузка в зоне обслуживания оборудования; 18 – места возможного аварийного выброса агрессивных жидкостей; 19 – места проезда;
- 20 – сосредоточенные нагрузки от оборудования;
- 21 – узлы соединения сборных элементов; 22 – проходы коммуникаций

Все остальные типовые конструкции обследуемого объекта рассматриваются как однородная группа конструкций (элементов) и принимаются в дальнейшем как генеральная совокупность. Из каждой установленной генеральной совокупности формируют выборку для проведения инструментальных обследований. При выборочном обследовании проверяют не менее 20 % однотипных конструкций, в том числе все узлы и элементы, имеющие высокий уровень напряжений и находящиеся в неблагоприятных условиях эксплуатации. При наличии дефектов и повреждений, отклонений от проекта, резкой неравномерности физико-механических характеристик материалов конструкций и условий их эксплуатации выборочное обследование заменяется сплошным.

При проведении обследований рекомендуется применять следующий контрольно-измерительный инструмент (табл. 1.4).

Таблица 1.4

**Контрольно-измерительные инструменты  
для проведения обследований**

№	Контролируемый параметр	Способ контроля	Приборы, оборудование
1	2	3	4
1	Объемная деформация	Нивелирование Теодолитная съемка Фотограмметрия	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-3 и др. Теодолиты Т-2, Т-15, ТаН и др. Фотоаппарат, стереокомпоратор
2	Прогибы и перемещения	Нивелирование прогибомерами: а) механического воздействия; б) жидкостными на принципе сообщающихся сосудов	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-1 и др. ПМ-2, ПМ-3, ПАО-5 П-1
3	Прочность бетона	Метод пластической деформации  Ультразвуковой  Метод сдавливания	Молоток Физделя, молоток Кашкарова, пружинистые приборы КМ, ПМ, ХПС и др. УКБ-2, Бетон-5, УК-14П, Бетон-12 и др. Динамометрические клещи

Окончание табл. 1.4

1	2	3	4
4	Прочность раствора	Ультразвуковой	Склерометр СД-2
5	Скрытые дефекты материала	Ультразвуковой Радиометрический	Приборы УКБ-1, УКБ-2, Бетон-12, Бетон-5, УК-14П. Приборы РПП-1, РПП-2, РП6С
6	Глубина трещин	Подсечка трещин Ультразвуковой	Молоток, зубило, линейка. УК-10ПМ, Бетон-12, УК-14П, Бетон-5, Бетон-8УРЦ и др.
7	Ширина раскрытия трещин	Измерение стальными щупами и др. С помощью микроскопа	Щуп, линейка, штангенциркуль.  МИР-2
8	Толщина слоя	Магнитометрический	Приборы ИЗС-2, МИ-1, ИСМ
9	Плотность	Радиометрический	Источники излучения Cs-137, Co-60; выносной элемент типа ИП-3; радиометры Б-3, Б-4, Бетон-8-УРЦ
10	Влажность	Нейтронный	Источник излучения Ra-Be, датчик НВ-3, счетные устройства СЧ-3, СЧ-4, Бамбук
11	Воздухопроницаемость	Пневматический	ДСК-3-1, ИВС-2М
12	Теплозащитные	Электрический	Термощупы ТМ, ЦЛЭМ, Тепломер ЛТИХП
13	Звукопроводность	Акустический	Генератор «белого шума» ГШН-1; шумомер Ш-700; спектрометр 2112
14	Параметры вибрации	Визуальный Механический  Электрооптический	Вибромарка. Виброграф Гейгера, ручной виброграф ВР-1. Осциллографы Н-105, Н-700, ОТ-24-51, комплект вибродатчиков
15	Осадка	Нивелирование	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-1 и др.

На основании предварительных обследований производится первичная оценка технического состояния конструкций, намечаются участки для инструментального и визуального обследования, состав и объем подготовительных работ, составляется программа работ и, в случае необходимости, дополнительных обследований, устанавливается объем ремонтных работ.



Оценка ТС производится в соответствии со следующими категориями.

**I. Исправное** – выполняются требования действующих норм и проектной документации. Отсутствует необходимость в ремонтно-восстановительных работах на момент обследований.

**II. Работоспособное** – удовлетворяются требования действующих норм по предельным состояниям I группы; требования норм по предельным состояниям II группы могут быть нарушены.

**III. Ограниченно работоспособное** – нарушены требования действующих норм, но отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности работающих. Требуется усиление и восстановление эксплуатационных свойств.

**IV. Неработоспособное** – существуют повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания людей в зоне обследуемых конструкций. Требуется немедленные страховочные мероприятия, ограничение нагрузок, устройство предохранительных сеток и т. д.

**V. Аварийное** – существуют повреждения, свидетельствующие о возможности обрушения конструкций. Требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений.

Категория состояния конструкций в дальнейшем уточняется на основе результатов поверочных расчетов.

#### 1.4. Составление отчета

Отчет включает следующие главы.

Введение.

В главе 1 приводится физико-географическое описание района расположения сооружения, а также гидрометеорологические и геологические условия.

В главе 2 (согласно технической документации) описываются начало и период строительства, время проведения капитальных и других видов ремонта, перестройки или перепланировки, изменения характера эксплуатации или технологических процессов и др.

Там же даны сведения об объемно-планировочном и конструктивном решениях: ознакомление с рабочими чертежами сооружения (конструкторскими, внутренних инженерных сетей и наружных коммуникаций, инженерного оборудования), расчетными нагрузками и воздействиями, мероприятиями по защите конструкций от

действия агрессивных сред, схемами размещения технологического оборудования.

Помимо основной проектно-технической документации, разработанной организацией-проектировщиком, должны быть использованы дополнительные материалы: акты передачи в эксплуатацию, акты на сокрытые работы, паспорта-сертификаты, журналы производства работ, журналы эксплуатации, документы о проведенных ремонтах, строительных реконструкциях и др.

Часть сведений о строительстве и эксплуатации сооружений можно получить путем опроса рабочих и инженерно-технического персонала обследуемых предприятий. При отсутствии проектно-технической документации или ее некомплектности необходимо выполнить предварительные обмеры конструкций и основные чертежи сооружений.

Предварительным обследованием должны быть выявлены отступления от проектных данных по объемно-планировочным, конструктивным решениям, виду и характеру нагрузок, включая природно-климатические и др.

В главе 3 приводятся результаты геодезических и натурных обследований конструкций нулевого и подземного цикла объекта.

В главе 4 для анализа технического состояния сооружения по I и II группам предельного состояния проводится численное и геометрическое моделирование с использованием программ МКЭ.

В главе 5 даются рекомендации по дальнейшей эксплуатации и проведению ремонтных работ.

Список использованных источников.

ПРИЛОЖЕНИЯ.

Приложение А. Техническое задание.

Приложение Б. Копия лицензий.

Приложение В. Акт проверки технической документации.

Приложение Г. Алгоритм контроля.

Приложение Д. Фотоматериалы обследований.

Приложение Е. Ведомость дефектов.

Приложение Ж. Графическая часть.

Среди перечисленных разделов заключения ключевым является вопрос о несущей способности зданий и сооружений. Ответ на него получают после **проведения проверочного расчета несущей способности оснований и конструкций объекта, используя результаты данного обследования.**

Выполняя проверочный расчет фактической несущей способности реконструируемых объектов, нагрузки и воздействия следует принимать, руководствуясь положениями норм, и уточнять на основании проведенных обследований. *Фактические постоянные нагрузки от собственного веса конструкций* должны быть установлены на основании определения плотности (объемного веса) материалов и фактических размеров элементов.

*Временные длительные нагрузки* необходимо устанавливать с учетом норм, уточнением действительной схемы расположения на основании паспортных данных или рабочих чертежей, при их отсутствии – по обмерочным чертежам, а при возможности – путем взвешивания.

*При определении временных и кратковременно действующих нагрузок* на эксплуатируемых объектах необходимо пользоваться нормативными или паспортными данными, но при этом допускается учитывать фактический характер и величину нагрузок. Так, при определении вертикальных крановых нагрузок, действующих на конструкции здания, разрешается учитывать фактическое размещение кранов и приближение крановой тележки к колоннам при условии, что имеются ограничители сближения и перемещения кранов и тележек или другие гарантирующие меры ограничения зоны действия кранов.

Проведение проверочных расчетов обследуемых строительных конструкций зданий и сооружений можно разделить на два этапа: 1) определение несущей способности отдельных элементов (расчет по предельным состояниям первой группы); 2) определение усилий в конструкциях от внешних нагрузок и воздействий, соответствующих проектному заданию на реконструкцию.

В случаях, когда конструкции выполнены в соответствии с проектом и не имеют дефектов, проверочные расчеты могут быть проведены в ограниченном объеме. Целесообразно выделить среди подлежащих проверке расчетов конструкций две группы – *не имеющие дефектов и с дефектами, способными снизить несущую способность элементов*.

*Конструкции первой группы* при условии их эксплуатации не менее 10 лет, а также в случаях, когда предлагаемые в дальнейшем изменения нагрузок не приведут к увеличению внутренних усилий, могут проверяться расчетом по нормам, действующим во время их проектирования. При этом необходимо обосновать принятую расчет-

ную схему и величины прочностных и упругих характеристик материалов, учитывая, что, например, для железобетонных конструкций класс бетона и арматурной стали и их прочностные нормативные и расчетные характеристики должны иметь обеспеченность 0,95, что соответствует технологическому уровню современных предприятий. Для определения исходных прочностных характеристик материалов, конструкций, возведенных в прошлом, необходимо воспользоваться обработкой опытных данных по методике, приведенной ниже.

В процессе обработки результатов обследований для выполнения поверочных расчетов конструкций необходимо использовать фактические прочностные характеристики материалов конструкций. Для установления фактических значений прочностных характеристик материалов конструкций по результатам испытаний, полученных в процессе обследований, как для отдельных образцов, так и для испытаний, выполненных на натуральных конструкциях с применением безобразцовых методов, утвержденных соответствующими государственными стандартами или другими нормативными документами, используются вероятностные оценки.

По результатам обследования составляется ремонтная ведомость, которая используется для оценки признаков износа конструкций и их элементов.

Оценка функционального износа конструкций основывается на применении коэффициентов резервов  $i$ -го дефекта путем численного или физического моделирования. Можно принять пятибалльную шкалу по указанному коэффициенту категоризации ТС по функциональному износу по аналогии с физическим износом. Идентификация физического износа основывается на применении пяти категорий дефектов и пяти категорий ТС. Эта шкала заменяет трехбалльную систему (малозначительный/значительный/критический дефект → работоспособное состояние/неработоспособное/предельное) на более информативную пятибалльную.

Рассмотрим принятые методики определения дефектов для основных типов строительных конструкций.

**Каменные конструкции.** Основными контролируемыми параметрами при выявлении дефектов каменной кладки являются: тип кладки и качество ее выполнения; марка искусственных каменных материалов и кладочного раствора; геометрические размеры (толщина и высота стен, размеры простенков, сечения столбов); высота

швов кладки; вид, диаметры, количество и расположение арматуры; влажность кладки.

**Стальные конструкции.** В стальных конструкциях основными являются следующие дефекты:

- в элементах конструкций – локальные погиби, прогибы, местные прогибы, коррозия основного металла и металла соединений, отклонения от вертикали, трещины;

- в сварных швах – дефекты формы шва (неполномерность, резкие переходы от основного металла к наплавленному, наплывы, неравномерная ширина шва) и дефекты структуры шва (трещины в околошовной зоне, подрезы основного металла, непровары по кромкам и по сечению шва, шлаковые или газовые включения);

- в заклепочных соединениях – зарубки, косые заклепки, трещиноватость или рябина заклепки, зарубки металла отжимкой, неплотные заполнения отверстий телом заклепки, овальность отверстий, смещение осей заклепок от проектного положения, дрожание и подвижность заклепок, отрыв головок, отсутствие заклепок, неплотное соединение пакета;

- в болтовых соединениях – отсутствие болтов, клейм на головках болтов, неровные края отверстий, подвижность гаек, неплотное соединение пакета, смещение осей от проектного положения, отсутствие шайб и т. д.

В металле и сварных швах следует выявлять трещины, образующиеся в результате перенапряжения металла в местах концентрации растягивающих напряжений, остаточных напряжений от сварки, а также в результате хладоломкости металла при низких отрицательных температурах и его старении. Такие трещины могут быть обнаружены преимущественно в местах с резким изменением сечения (например, места обрыва листов, концы швов и накладок, вблизи заклепочных отверстий), в местах примыкания ребер жесткости, диафрагм, фасонков, в зоне сварных швов с дефектами в околошовной зоне, в зоне дефектов металла в результате механических воздействий.

Внешними признаками возникших трещин могут быть потеки ржавчины и шелушение краски. Участок, где подозревается трещина, следует очистить от краски и ржавчины и отшлифовать наждачной бумагой, затем протравить 10–15 %-ным раствором азотной кислоты, промыть водой и протереть насухо чистой тряпкой, а после этого чи-

стную поверхность металла осмотреть. Можно также острым шабером снять тонкую стружку металла вдоль предполагаемой трещины.

Система качества эксплуатации должна обеспечивать:

- сбор, систематизацию и хранение данных о состояниях объектов;
- сбор, систематизацию и анализ данных об отказах, составе и свойствах сред, результатах измерения коррозионной агрессивности сред и определения коррозионного износа, применяемых методах защиты;
- сбор, систематизацию и ретроспективный анализ данных об объектах, списанных по причине коррозионного износа.

Для контроля коррозии применяются методы:

- установка контрольных катушек, контрольных образцов-свидетелей (гравиметрический метод);
- измерение скорости коррозии методом электросопротивления; мгновенной скорости коррозии методом линейной поляризации; потенциодинамические измерения в полевых условиях; потока диффузионно-подвижного водорода;
- неразрушающий контроль ультразвуковыми и радиографическими методами;
- наблюдение за изменением химического состава, свойств и структуры металла;
- исследование состава отложений.

**Бетонные и железобетонные конструкции.** Как показывает практика эксплуатации бетонных конструкций, основными факторами, влияющими на разрушение бетонного камня, являются:

- неоднородность бетона;
- повышенные напряжения;
- перепады температур (замораживание-оттаивание);
- воздействия солей и кислот;
- коррозия арматуры;
- разрушение заполнителей.

*Основными дефектами бетонных конструкций* являются наличие трещин, раковин и сколов, фильтрация воды и выщелачивание бетона, пятна ржавчины, разрушение стыков, обнажение и коррозия арматуры и закладных деталей. При визуальном осмотре определяется изменение цвета бетона, размягчение и охрупчивание, шелушение, отслаивание, наличие продуктов коррозии. Степень коррозии арматуры оценивается по характеру коррозии, цвету, плотности

и химическому составу продуктов коррозии, площади пораженной поверхности, площади сечения арматуры.

*Контролируемыми параметрами для железобетонных конструкций* являются геометрические размеры, ширина раскрытия трещин, вид арматуры, прогибы, толщина защитного слоя бетона, прочность бетона конструкций, проницаемость бетона, щелочность бетона, морозостойкость бетона, диаметры, количество и расположение арматуры, прочность арматуры, состояние стыков или узлов сборных конструкций.

При обследовании конструкций следует в число контролируемых параметров включать:

- определение фактической прочности материала конструкций;
- по актам на скрытые работы оценить, не были ли нарушены проектные конструктивно-технологические требования при производстве работ при строительстве;

- определить, имеет ли материал критические коррозионные дефекты;

- уточнить, подвергалась ли конструкция значительному динамическому или вибрационному воздействию;

- проверить, изменялись ли нагрузки или условия эксплуатации.

Количество, диаметр и прочность арматуры определяются, если:

- отсутствуют проектные данные об армировании;

- прогибы и ширина раскрытия трещин превышают нормируемые;

- имеются признаки коррозии арматуры;

- конструкция подвергалась воздействию пожара;

- целью обследования является изыскание резервов несущей способности конструкций.

В остальных случаях контролируемые параметры, перечисленные в настоящем пункте, при обследовании могут не определяться, а при выполнении поверочных расчетов конструкций – приниматься по проектным данным.

Для определения степени коррозионного разрушения бетона (степени карбонизации, состава новообразований, структурных нарушений бетона) используются физико-химические методы. Степень раскрытия трещин сопоставляется с нормативными требованиями по предельным состояниям второй группы в зависимости от вида и условий работы конструкций. Безопасными для защиты от коррозии можно считать трещины с раскрытием до 0,3 мм

в обычных условиях и до 0,2 мм при эксплуатации в агрессивной среде. Следует учитывать их расположение, интенсивность развития и общее состояние конструкции.

**Методы контроля и применяемые приборы.** В настоящее время в основном применяются следующие методы контроля.

**К механическим методам** относятся локальное разрушения бетона и склерометрический метод, основанный на взаимодействии индентора с поверхностью конструкции.

**Физические методы** включают акустические и электрофизические. Среди них выделяют:

- пассивные, основанные на регистрации сигналов, возникающих при деформации (метод акустической эмиссии);
- активные (ультразвуковой импульсный метод, эхо-ударный метод, метод электромагнитного отклика, радиоволновые методы).

Наиболее распространенные методы: ультразвуковой импульсный, метод свободных колебаний, ударного импульса; в меньшей степени – склерометрические (упругого отскока и пластической деформации). Данные методы являются технологозависимыми, т. е. зависят от изменения состава бетонной смеси, способов уплотнения и условий выдерживания. К ним относятся методы локального разрушения – отрыва и скалывания (ГОСТ 22690) и по образцам, отобраным из конструкции (ГОСТ 28570).

Оценка прочности бетона на сжатие производится следующими методами: отрыв со скалыванием, скалывания ребра и по усилию вырыва анкера (рис. 1.3–1.5). Сила отрыва создается гидравлическим либо винтовым домкратом.

Для проведения испытаний рекомендуется применять следующие приборы: «ОНИКС-ОС» (НПП «Интерприбор», г. Челябинск); ГПНС-4, ГПНС-5 (Промстрой-НИИпроект, г. Донецк); ПОС-30МГ4, ПОС-50МГ4 «Скол», ПОС-2МГ4П (СКТБ «Стройприбор», г. Челябинск). Приборы семейства ПОС (рис. 1.6), «ОНИКС-ОС» имеют микроконтроллерный блок обработки и индикации результатов измерения. Прибор ПОС-30/50МГ4 «Скол» реализует метод скалывания ребра, отрыв со скалыванием и отрыв стальных дисков по ГОСТ 22690 с применением сменных насадок.



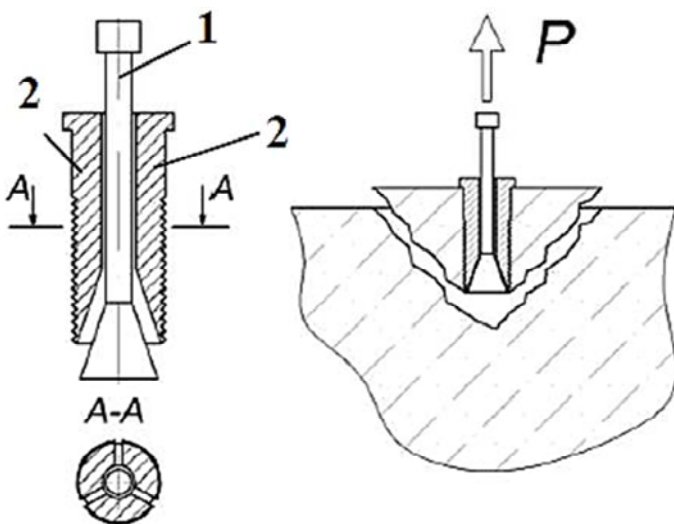


Рис. 1.3. Схема испытаний методом отрыва со скалыванием:  
 1 – рабочий стержень с разжимным конусом; 2 – сегментные рифленые щеки

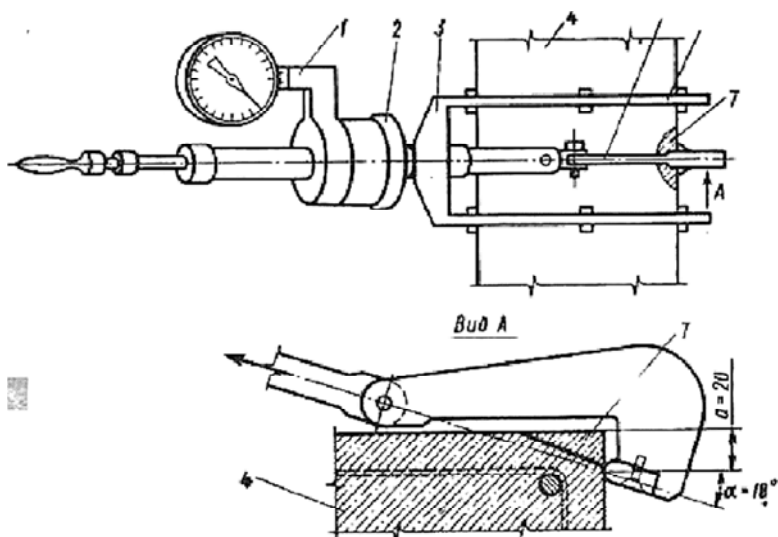


Рис. 1.4. Схема испытаний методом скалывания ребра:  
 1 – прибор ГПНС-4; 2 – муфта; 3 – рама; 4 – испытуемый бетон;  
 5 – скалывающий крюк; 6 – упорный крюк; 7 – бетон



Рис. 1.5. Установленный анкер и лунка после отрыва анкера



Рис. 1.6. Прибор ПОС-30МГ4 «Скол» для испытания методом скола ребра

С целью повышения точности и производительности испытаний в приборе в зависимости от метода испытаний предусмотрена возможность ввода коэффициентов, учитывающих вид бетона, условия твердения, крупность заполнителя, типоразмер анкера.

Основные методы испытаний бетона и обработка полученных результатов изложены в прил. А.

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 2.1. Общие положения

**Реконструкция** – это комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей сооружения (количества и площади помещений, строительного объема и общей площади сооружения, вместимости и пропускной способности) или его назначения и осуществляемых в целях улучшения условий проживания, качества обслуживания, расширения перечня услуг. Реконструкция также предполагает демонтаж отдельных конструкций эксплуатируемых сооружений или их демонтаж (снос) в целом и дальнейшее строительство на их месте новых.

Реконструкция действующих предприятий включает следующий перечень строительных работ:

– **нулевой цикл** (улучшение физико-механических свойств грунта под подошвой фундамента; усиление (ремонт) тела существующего фундамента; устройство новых фундаментах вблизи существующих и эксплуатируемых сооружений устройство внутри эксплуатируемого сооружения фундаментах под новое оборудование или заглубление помещений и др.);

– **надземный цикл** (каменные работы; монтажные работы; бетонные и железобетонные работы и др.);

– **кровельные работы** (устройство или ремонт скатных и совмещенных кровель);

– **тепло-, звуко- и гидроизоляционные работы** (утепление фасадов; устройство и восстановление гидроизоляции);

– **отделочные работы** (штукатурные, окрасочные, обойные; облицовочные; устройство пола; подвесные и натяжные потолки и др.).

Эффективность конструктивно-технологических решений, принимаемых при реконструкции, зависит от множества факторов, влияющих на технологию производства работ: трудоемкость, продолжительность работ, стоимость работ, расход ресурсов, величина заработной платы, время эксплуатации машин и механизмов, затраты по накладным расходам и т. д. В связи с этим необходимо внедрить

ние современных конструктивных решений и эффективных технологий производства работ.

## **2.2. Проект производства работ при реконструкции**

Этапы проектирования строительства, возведения, приемки и эксплуатации сооружений основываются на установлении, материализации и поддержании технико-эксплуатационных индикаторов качества сооружения (ТЭИ). Проектировщики в соответствии с заданием на проектирование и действующими нормами устанавливают перечень этапов реконструкции и обеспечивают в проекте расчетные значения ТЭИ. Это достигается за счет подбора материалов и конструкций, конструктивных расчетов и т. д.

Строители в соответствии с проектом и действующими нормами обеспечивают соответствие фактических значений ТЭИ проектным. Это обеспечивается применением эффективных технологий производства строительного-монтажных работ, контролем качества на всех этапах работ (входной, операционный, приемочный).

Эксплуатационники поддерживают ТЭИ до определенного уровня, после чего проводится либо текущий ремонт, либо капитальный ремонт / реконструкция / реновация и прочие виды восстановительных работ, либо снос сооружения. Для контроля не менее чем раз в 5 лет проводится обследование, а также ремонтные работы.

Для разработки проекта реконструкции требуются следующие исходные данные: технический паспорт сооружений; техническая документация и обмерочные чертежи сооружений; материалы обследований конструкций; представления фронта работ строителям и справка заказчика обо всех ограничениях согласно условиям и регламенту эксплуатации, производства и демонтажа конструкций.

В состав проекта входят проект производства работ (ППР), технологические карты и стройгенпланы (общеплощадочный и объектный), на которых указываются реконструируемые объекты, дороги, склады, механизмы, бытовые помещения, временные сооружения, ограждения площадки, коммуникации и пр. (рис. 2.1–2.3).

При разработке стройгенплана выполняются расчеты потребности в трудовых и материально-энергетических ресурсах, которая определяется на основе данных календарного плана; определяют объемы и виды работ по строительству временных сооружений (бытовые помещения, закрытые склады и др.).

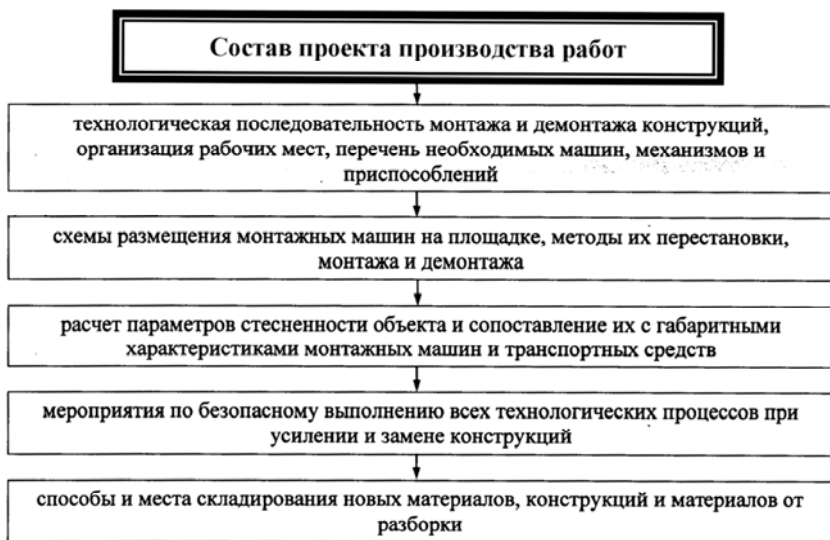


Рис. 2.1. Состав ППР



Рис. 2.2. Состав технологических карт



Рис. 2.3. Состав схем организации строительной площадки

При разработке стройгенплана решаются вопросы беспрепятственного въезда и выезда транспорта со строительной площадки. При производстве работ в стесненных условиях можно ограничиться совместить «въезд-выезд» к сооружению, но в этом случае необходимо запроектировать разворотные площадки с радиусом от 12 м. Открытые площадки складирования конструкций и стройматериалов рекомендуется размещать между монтажным краном и дорогой. В случае невозможности устройства открытых складов работы рекомендуется вести «с колес».

ППР является основным документом, регламентирующим производство работ на строительной площадке, в котором детально прорабатываются вопросы рациональной технологии и организации реконструкции конкретного сооружения.

Перечень разрабатываемых основным документом, входящих в состав ППР, приведен на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Перечень основных документов, входящих в состав ППР

### 2.3. Организация производства работ

Организация строительного производства при реконструкции сооружений в сравнении с организацией работ при новом строительстве имеет следующие особенности: разнородность, рассредоточенность и мелкообъемность выполняемых работ; выполнение комплекса работ, не присущих новому строительству (усиление конструкций, замена отдельных конструктивных элементов, монтаж их и т. п.); стесненные условия строительной площадки.

Основные направления реконструкции сооружений можно условно разделить на три группы:

- реконструкция сооружений в пределах существующих площадей (усиление конструкций каркаса, замена элементов конструкций);
- реконструкция со значительным увеличением площадей сооружений, удлинением и пристройкой новых пролетов, созданием нового сблокированного сооружения (увеличение габаритов сооружения, его высоты за счет наращивания и подращивания);

– реконструкция с возведением взамен старого нового всеобъемлющего сооружения (усиление, замена несущих конструкций и крайнего оборудования, увеличение высоты сооружения).

На практике применяются следующие конструктивно-технологические решения реконструкции эксплуатируемых объектов:

- *передвижка сооружения* (параллельная, поворот сооружения);
- *увеличение этажности* (надстройка новых этажей);
- *увеличение общих размеров* (застройка внутреннего двора, пристройка пролетов, застройка существующего сооружения с двух сторон, пристройка к торцевой стене);
- *блокировка* (застройка между торцами сооружения, застройка между продольными сторонами).

Без изменения расчетной схемы является сохранение несменяемых конструкций наружных и внутренних стен, лестничных клеток с устройством перекрытий повышенной капитальности.

Характерными особенностями реконструкции являются: стесненность стройплощадки, высокая материалоемкость и трудоемкость строительно-монтажных работ; дополнительный комплекс демонтажных работ; сложность процессов по усилению и восстановлению стен, фундаментов и других элементов; ограниченные условия монтажа сборных конструкций и меньшая степень готовности конструктивных элементов; ограничение возможностей эффективного использования различных технических средств.

Производство работ при реконструкции имеет следующие особенности: многооперационность технологических процессов; разнообразие выполняемых операций и рассредоточенность их по месту и во времени; значительные технологические перерывы между последовательно выполняемыми операциями; ограниченность массивов однородного единообразного труда; большой удельный вес работ, связанных с демонтажем, установкой, креплением, монтажом оборудования и строительных конструкций. Это обуславливает широкое применение ручного труда.

Производство строительно-монтажных работ при реконструкции действующих промышленных предприятий еще более сложно вследствие того, что работы эти совмещены во времени и в пространстве с технологической деятельностью реконструируемого производства. Поскольку они проводятся в условиях сложившегося генерального плана предприятия, это нарушает установившуюся



практику организации и технологию строительно-монтажных работ, затрудняет применение имеющихся средств механизации, усложняет организацию материально-технического снабжения.

Спецификой при производстве строительно-монтажных работ при реконструкции действующего предприятия являются трудоемкость и индивидуальность (табл. 2.2).

Технологический регламент действующих предприятий, стесненность строительных площадок, насыщенность воздушного и подземного пространства коммуникациями налагают определенные трудности при выборе технического решения усиления оснований и фундаментов, требуют разработки специальных приемов и методов производства работ в технологии строительства, создания специальных универсальных строительных машин и механизмов.

Общая подготовка осуществляется заказчиком с участием проектных и строительных организаций и включает предпроектную подготовку (разработка технико-экономического обоснования, подготовка исходных данных на проектирование), обеспечение проектно-сметной документацией и перспективное планирование реконструкции. В процессе организационно-технологического проектирования определяются методы выполнения основных строительных процессов исходя из возможности их максимальной механизации.

Организационно-техническая подготовка включает: определение местонахождения существующих геодезических знаков; уточнение на месте размещения надземных и подземных коммуникаций; доставка необходимых для ведения работ машин, материалов, приспособлений; предотвращение повреждения конструкций, расположенных в местах производства работ; разборка подлежащих сносу конструкций; понижение уровня грунтовых вод.

В условиях реконструкции наиболее эффективными являются такие варианты комплексной механизации, которые базируются на малогабаритных, универсальных и мобильных машинах, способных работать в стесненных условиях площадки на оптимальных режимах; имеют многоцелевое назначение и перемещаются на любой участок реконструируемого сооружения.

### Факторы, влияющие на эффективность производства работ при реконструкции

	Влияющие факторы		Примечание
	Положительные	Отрицательные	
<p>1. <b>Трудоемкость:</b> – снижение уровня механизации производственных процессов, увеличение объема работ, выполняемых вручную; – наиболее трудоемкими являются монтажные и демонтажные работы, разборка, разрушение конструкций и монолитных массивов, усиление существующих и устройство новых фундаментов в стесненных условиях, прокладка подземных коммуникаций и устройство бетонных полов</p>	<p>1. Эксплуатация цехового грузоподъемного оборудования и внутризаводских транспортных коммуникаций строителями и производителями</p>	<p>1. Насыщенность зоны реконструкции действующими технологическим оборудованием, инженерными сетями, подземными коммуникациями. 2. Высокая плотность застройки территории предприятия. 3. Повышенная опасность в зоне проведения работ (взрыво- и пожароопасность; превышение санитарно-гигиенических норм). 4. Узость проездов внутризаводской автодорожной сети. 5. Рассредоточенность реконструируемых объектов предприятия</p>	
<p>2. <b>Индивидуальность</b></p>	<p>1. Недоступность элементов и конструкций зданий и сооружений для детального обследования. 2. Сложная конфигурация зданий и сооружений. 3. Индивидуальность объемно-планировочных решений</p>		<p>Зачастую отсутствует требуемая номенклатура и специальные машины для работ по реконструкции в стесненных условиях</p>

### 3. ДЕМОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

#### 3.1. Общие положения

*Демонтаж строительных конструкций* – это технологический процесс по удалению подлежащих замене конструкций из сооружения.

Анализ перечня основных и вспомогательных работ, входящих в состав комплексного технологического процесса демонтажа конструкций, позволяет сделать вывод, что основными (базовыми) критериями при выборе способа демонтажа являются:

- 1) техническое состояние конструкций, материалы и технологии, примененные при их изготовлении (сборная, монолитная и др.);
- 2) близость расположения объекта реконструкции к существующей застройке;
- 3) возможность повторного применения по назначению демонтированных конструкций.

*Демонтаж сборных конструкций, находящихся в удовлетворительном техническом состоянии (не ниже II категории), как правило, выполняется в неразрушенном виде с использованием грузоподъемных, такелажных и транспортных средств.* В процессе демонтажа конструкций производят частичное разрушение отдельных крепёжных и связевых элементов.

*Сборные конструкции, которые находятся в аварийном техническом состоянии, а также монолитные конструкции **демонтируют способом разрушения.*** Суть этого способа демонтажа конструкций состоит в разрушении их на отдельные элементы с последующей утилизацией – разрушением фрагментов (кусков) конструкций в дробилках на мелкие фракции. Следует отметить, что повторное применение демонтированных конструкций связано с большими затратами, так как требует доставки их в испытательные центры, с целью определения фактической несущей способности. Существенной технической проблемой является строповка демонтированных конструкций, так как действующими нормативными документами использование существующих закладных деталей (петель) – запрещено.

### **3.2. Организационно-технологическая последовательность выполнения работ**

Реконструкция зданий (сооружений) является сложным технологическим процессом, включающим подготовительные мероприятия, демонтаж оборудования, внутренних инженерных систем и элементов отделки и др. До начала работ по реконструкции зданий и сооружений проводится обследование технического состояния конструкций объекта с целью установления:

- опасности обрушения конструкций;
- возможности повторного использования конструкций;
- безопасного производства демонтажных работ.

*Подготовительные мероприятия*, осуществляющиеся до начала производства работ по демонтажу конструкций, включают:

1) выполнение для всех демонтируемых конструкций с учетом действующих нормативных документов: расчета границ опасных зон и установку сигнальных ограждений и знаков безопасности;

2) выдачу техническим заказчиком строительной организации, выполняющей реконструкцию объекта, заключения о разрешении производить работы;

3) разработку схемы временного электроснабжения на период реконструкции здания (сооружения), независимой от существующей схемы электропроводки объекта;

4) издание приказа по организации, определяющего порядок производства работ на строительной площадке в каждую смену и назначение ответственных за производство работ, противопожарную безопасность, электробезопасность;

5) оформление заказчиком и генеральным подрядчиком с участием субподрядчиков и администрации действующей организации акта-допуска на производство работ.

Демонтаж конструкций производится двумя способами: поэлементно или отдельными блоками.

*Поэлементный демонтаж* обеспечивает максимальную сохранность конструкции (узла, детали, элемента) для повторного применения.

*Разборка объекта отдельными укрупненными блоками* более эффективна по сравнению с поэлементной разборкой, так как позволяет сократить продолжительность и трудоемкость работ.

### **Технологическая последовательность производства работ.**

Демонтаж конструкций производится в последовательности сверху вниз, т. е. обратной монтажу конструкций и элементов. До начала производства работ непосредственно по демонтажу конструкций промышленных объектов необходимо завершить демонтаж технологических конструкций (трубопроводы, инженерные коммуникации, опоры, этажерки под оборудование и др.), которые затрудняют производство работ.

*Первым этапом* демонтажа здания является **снятие остекленных оконных рам** и доставка их на площадку (помещение) временного хранения,

*Второй этап* включает демонтаж **кровельного покрытия здания**. Для выполнения требований по охране окружающей среды (материалы на битумной основе утилизируются отдельно) демонтаж рулонного водоизоляционного ковра кровельного покрытия ведется отдельным технологическим потоком. Используя машину с вращающейся фрезой, рулонный ковер разрезают на полосы шириной до 1,0 м, скатывают в рулоны, укладывают в контейнеры, краном загружают в автотранспорт и вывозят на утилизацию в специально отведенные места.

Затем приступают к разборке и удалению выравнивающей стяжки. Разборку выравнивающей стяжки кровли рекомендуется выполнять полумеханизированным способом с помощью ручных электрических отбойных молотков. По завершении работ по разборке выравнивающей стяжки образовавшийся строительный мусор вручную загружают в ящики или бункера емкостью 1–1,5 м<sup>3</sup> и с помощью самоходного крана снимают с кровли, грузят в автотранспорт и вывозят с объекта.

*Третий этап* – непосредственно **демонтаж несущих и ограждающих конструкций**, является наиболее ответственным и трудозатратным, так как связан с обеспечением безопасных условий труда на высоте.

На сегодня в Российской Федерации разработаны типовые технологические карты на поэлементный демонтаж сборных железобетонных конструкций (ферм, балок, колонн, ребристых плит).

Анализ технологических операций и организация рабочего места монтажников при демонтаже сборных железобетонных ферм, балок, колонн, ребристых плит позволяет сделать следующие выводы.

1. Выполнение подготовительных работ (расчистка швов между плитами от раствора, пробивка отверстий в плитах и между плитами; срезка сварных швов между закладными деталями), предшествующих непосредственно демонтажу сборных ЖБК, выполняется полумеханизированным способом, что достаточно трудоемко.

2. Большой объем работ по обеспечению безопасных условий труда монтажников на высоте (обеспечение устойчивости конструкций и частей здания в процессе демонтажа, установка и демонтаж защитного ограждения высотой 1,1 м по ГОСТ 12.4.059-89; использование автовышек, и др.) при демонтаже каждой конструкции, требует существенных денежных затрат и времени на их выполнение.

3. Проведение работ (детальное обследование, тестовые нагружения конструкций) для получения заключения о возможности использования демонтированных конструкций по назначению на других объектах также требует дополнительных финансовых затрат.

Следует отметить, что использование демонтированных железобетонных плит в покрытиях и перекрытиях на других объектах крайне проблематично, т. к. рекомендуемая технология их демонтажа предусматривает пробивку в продольных (несущих) ребрах плит сквозных отверстий для пропуска универсального стропа.

Как показывает практика в процессе производства работ по реконструкции производственных зданий (сооружений) способом поэлементного демонтажа, возникают ситуации, требующие проведения дополнительных мероприятий по обеспечению устойчивости конструкций и частей здания, а зачастую, и использование метода механического обрушения отдельных конструкций.

Потребность в большой номенклатуре технологической оснастки, съемных грузозахватных приспособлений и инструмента, самоходных строительных кранов, автомобильных вышек, привлечение к выполнению работ высококвалифицированных строительных рабочих обусловило, что на сегодня стоимость поэлементного демонтажа производственных зданий обходится заказчику не менее 150 у. е. за одну тонну железобетона.

### 3.3. Демонтаж сборных железобетонных конструкций

#### Демонтаж ребристых сборных железобетонных плит покрытия.

Работы выполняются звеном из пяти человек (два монтажника; сварщик; два стропальщика) в следующей последовательности. Монтажники выполняют расчистку швов между плитами от раствора и пробивку отверстий в плитах и между плитами (для пропуска стропов СКК вокруг продольных ребер плиты при выполнении строповки). Для расчистки швов между ребристыми плитами рекомендуется использовать электрические перфораторы, молоток, зубило, щетки. Резку закладных деталей соединительных элементов производят ручной шлифовальной машиной МА 1803 или МС 2204.

Отверстия диаметром 50 мм в плитах для пропуска универсальных стропов сверлятся электрическими сверлильными машинами со специальными сверлами с твердосплавными наконечниками или с кольцевыми алмазными сверлами в соответствии с ГОСТ 24638. Места расположения отверстий приведены на рис. 3.1.

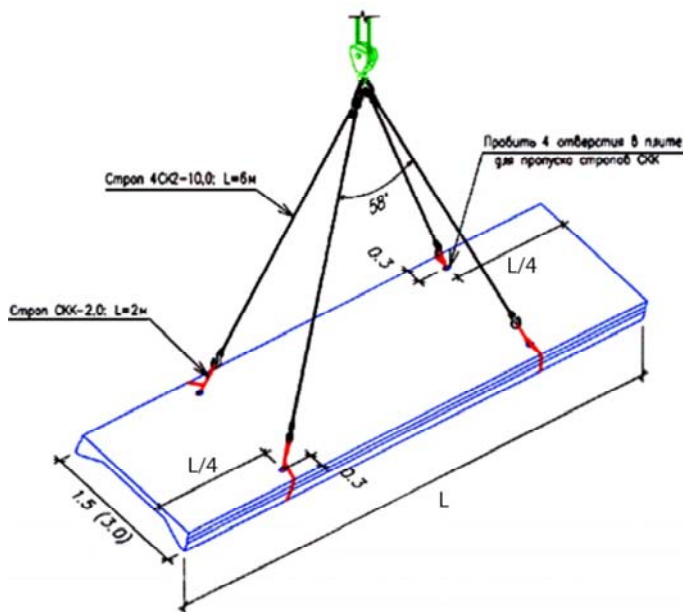


Рис. 3.1. Схема строповки ребристой плиты покрытия при демонтаже

Мусор от расчистки швов грузится лопатами в ящики и самоходным краном грузится в автотранспорт.

*На период работ по расчистке швов и пробивке отверстий по ребристым плитам необходимо установить защитное ограждение высотой 1,1 м по ГОСТ 12.4.059-89. После окончания вышеперечисленных работ необходимо демонтировать защитное ограждение, и очистить от посторонних предметов всю площадь демонтируемых плит. Затем с автовышки АГП-18 ручной шлифовальной машиной МА 1803 или МС 2204 производят резку закладных деталей соединительных элементов демонтируемой плиты с несущей конструкцией покрытия. Два монтажника, находясь на демонтируемой плите покрытия, и стропальщик, находящийся на автовышке АГП-18, выполняют строповку плиты в соответствии с разработанной схемой (рис 3.1).*

Универсальные стропы СКК-2,0 пропускаются вокруг продольных ребер плиты сквозь пробитые отверстия в плитах и швах между плитами, затем один конец стропа пропускается через вторую петлю стропа, затягивается удавкой и одевается на четырехветвевой строп крана.

Выполнив строповку, стропальщик спускается с автовышки и вместе со вторым стропальщиком готовят место для приема плиты в кузове автотранспорта.

**Примечание:** *Демонтаж каждой плиты краном осуществляется после полного освобождения конструкции от постоянных связей (закладных деталей). Каждая плита перед подъемом обследуется ответственным инженерно-техническим работником (ИТР). По результатам обследования принимается решение о возможности ее повторного применения (вывоз с территории объекта) или разрушение ее дробилкой на территории объекта.*

Монтажник, находясь на демонтируемой плите покрытия, дает команду машинисту крана на гусеничном ходу подтянуть стропа и при необходимости поправляет их со вторым монтажником. Убедившись в правильности и надежности строповки, монтажники отходят на безопасное расстояние (в сторону, противоположную направлению перемещения плиты). Монтажник дает команду машинисту крана на подъем плиты. Приподняв плиту на высоту 10–20 см от уровня опоры (несущая конструкция покрытия), монтажник дает команду машинисту крана на перемещение плиты в направлении площадки складирования. Стropальщики принимают демонтиро-



ванную плиту на автотранспорте для дальнейшего транспортирования. Затем производят расстроповку плиты.

***Примечание:** В случае возникновения сомнений в устойчивости конструкций, на которые опираются плиты, или прочности самих плит, демонтажные работы прекращаются и продолжаются только после выполнения соответствующих мероприятий по укреплению конструкций и получения разрешения от лица, руководящего работами на объекте.*

#### **Демонтаж несущих конструкций покрытия.**

***Примечание:** До начала демонтажа несущих конструкций покрытия для обеспечения жесткости и устойчивости конструкций, составляющих ячею, необходимо выполнить следующие работы:*

– установить между балками специальные распорки из деревянных брусьев сечением от 16 до 18 см через 2–3 м по длиннесущих конструкций;

– выполнить временное раскрепление колонн, установив по ним связи – распорки.

Рассмотрим технологию демонтажа несущих конструкций покрытия на примере металлических ригелей.

Демонтаж ригелей выполняют звеном из четырех человек (два монтажника; два стропальщика) в следующей последовательности.

Два монтажника, находясь на автовышке, выполняют с помощью двух универсальных стропов СКК и двухветвевго стропа 2СК строповку ригеля (рис. 3.2). Затем ближе к опорным частям ригеля привязывают оттяжки из пенькового каната  $d = 18$  мм и длиной, обеспечивающей их касания пола здания.

Выполнив строповку, монтажник дает команду машинисту крана подтянуть стропа. Убедившись в правильности и надежности строповки ригеля, монтажники приступают к освобождению концов ригеля в местах опирания на колоннах.

*Освобождение концов ригеля от крепления с обрезкой соединительных элементов и закладных деталей рекомендуется выполнять следующим образом. Ослабить натяжение стропа и с помощью ручной электрической шлифовальной машины разрезать соединительные элементы и закладные детали. Затем при помощи гидроклина и монтажного лома ригель немного сдвигается и приподнимается, а затем проверяется на полное освобождение. Убедившись в полном освобождении конструкции от постоянных связей, монтажник дает*

команду машинисту крана на подъем ригеля. Далее он приподнимается примерно на 20 см для проверки надежности строповки. Приподняв ригель на высоту 50 см от уровня опоры (колонны), монтажник дает команду машинисту крана на его перемещение в направлении площадки складирования. Стропальщики за оттяжки придерживают ригель от вращения и задают нужное положение при перемещении. Монтажники и стропальщики укладывают балку в транспортное средство и производят ее расстроповку. Демонтаж металлических ригелей рекомендуется выполняться автомобильным краном.

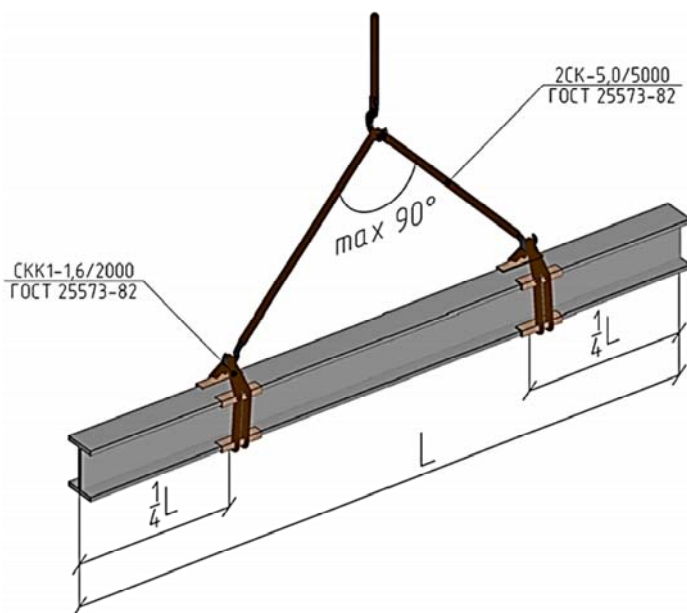


Рис. 3.2. Стрповка демонтируемого металлического ригеля

### **Демонтаж сборных железобетонных колонн.**

После завершения демонтажа несущих конструкций покрытия приступают к демонтажу колонн. Демонтаж выполняется звеном из четырех человек (монтажник; газорезчик; стропальщик; бетонщик) в следующей последовательности.

Монтажник с автовышки выполняет строповку колонны с помощью двух строп СКК и траверсы с двумя стропами 1СК. Строп СКК

обхватывает колонну, затягивается петлей, и надевается на крюк стропа 1СК навешенного на траверсу (рис. 3.3). Выполнив строповку, монтажник дает команду машинисту крана подтянуть стропы. Убедившись в правильности и надежности закрепления строп, монтажник срезает временные связи-распорки, установленные на колонне, спускается с автовышки и дает команду бетонщику приступить к разбивке колонны.

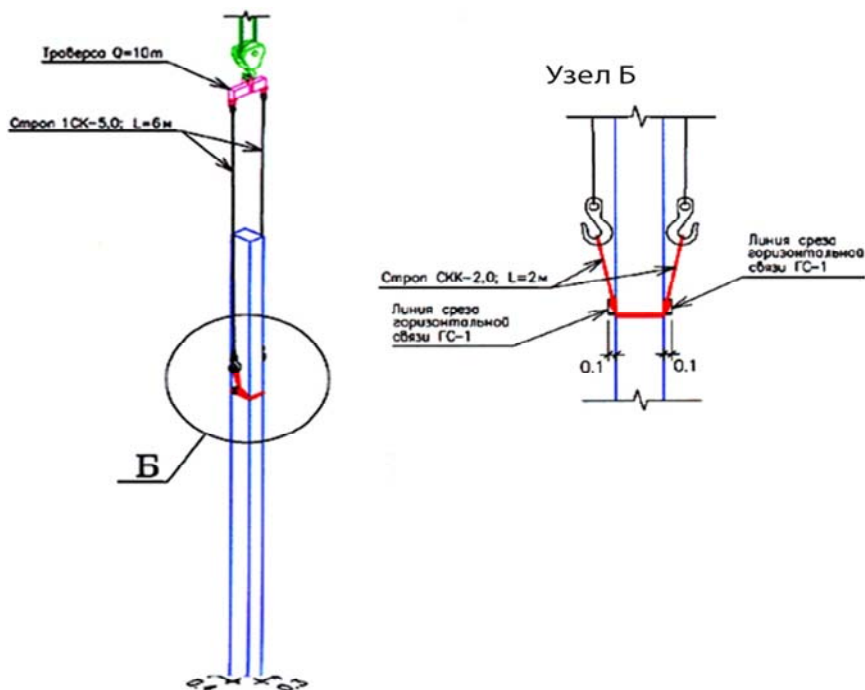


Рис. 3.3. Схема строповки железобетонной колонны

Бетонщик с использованием пневматического или электрического отбойного молотка производит вырубку бетона колонны с отм. 0.000 м на высоту 150–200 мм. Закончив разбивку бетона, он сообщает монтажнику об окончании работ. Монтажник дает команду газорезчику приступить к срезке арматуры колонны в месте вырубке бетона. Газорезчик с использованием газового поста выполняет срезку стержней арматурного каркаса колонны. Монтажник и стро-

пальщик во время выполнения срезки колонны контролируют ее положение в момент освобождения. Закончив срезу, газорезчик отходит на безопасное расстояние. Монтажник дает команду машинисту крана на перемещение колонны к месту укладки и вместе со стропальщиком укладывает ее на деревянные подкладки в указанном месте. Стropальщик производит расстроповку колонны.

### **3.4. Демонтаж монолитных конструкций**

#### **Демонтаж железобетонных монолитных перекрытий.**

Железобетонные монолитные перекрытия рекомендуется демонтировать способом обрушения, используя следующую технологическую последовательность производства работ. Вначале с помощью отбойного молотка в монолитном перекрытии по периметру между конструкцией и опорами пробиваются борозды до оголения арматуры. Затем оголенная арматура разрезается ручной электрической угловой шлифовальной машиной, и элементы перекрытия обрушиваются вниз под собственным весом или с использованием отбойного молотка.

*Основной проблемой при демонтаже конструкций методом обрушения является обеспечение безопасных условий производства работ. Согласно действующим нормативным документам, основным критерием безопасных условий труда является обеспечения границ опасной зоны. Учитывая, что элементы разрушенной конструкции падают с высоты вертикально вниз, обеспечить требуемые границы опасной зоны при обрушении перекрытий (покрытий) не представляется возможным. В связи с этим рекомендуется для обеспечения безопасности производства работ применять защитное устройство следующего конструктивного решения.*

До начала производства работ по обрушению перекрытий (покрытий) необходимо смонтировать поддерживающие леса, по которым затем будет уложен сплошной настил из щитов. Рекомендуется для устройства поддерживающих лесов использовать конструкцию аналогичную системе опалубки для бетонирования монолитных перекрытий (покрытия) на основе телескопических стоек. В целях уменьшения динамических воздействий на щиты настила и поддерживающие леса (телескопические стойки) при обрушении перекрытия (покрытия) рекомендуется зазор между низом конструкции перекрытия (покрытия) и верхом защитных щитов устанавливать не более 2–3 см.

### 3.5. Утилизация разрушенных железобетонных конструкций

Разрушение демонтированных кусков кирпича, монолитного и сборного железобетона, бетона, строительного мусора на мелкие фракции рекомендуется выполнять *мобильной дробилкой щековой марки TEREX PEGSON METROTRAK HA 900×600*.

Мобильная щековая дробилка имеет массу 29 тонн и производительность от 115 до 160 тонн в час, в зависимости от крупности кусков на выходе. На входе максимальное поперечное сечение разрушаемого куска обрабатываемого материала может иметь размер 600×900 миллиметров и длину до 4 метров, а на выходе размеры могут колебаться в пределах 100–110 миллиметров. Загрузочная воронка объемом 4 кубических метра 900×600 мм бронирована износостойкой жстью. Вибрационный питатель размером 1060×4080 миллиметров управляется плавной регулировкой скорости питания преобразователя частоты.

Учитывая технические характеристики мобильной щековой дробилки, куски и обломки монолитного и сборного железобетона и бетона длиной более 4 метров у площадки дробления разрезаются с помощью ручного резчика K760 Cut-n-Break на фрагменты не более 4-х метров.

Для загрузки в загрузочную воронку щековой дробилки кусков кирпича, монолитного и сборного железобетона, бетона, строительного мусора рекомендуется использовать экскаватор марки ЭО-3323, оборудованный грейфером погрузочным марки ГП-555.

## 4. РЕКОНСТРУКЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 4.1. Общие положения

Основные факторы, которые оказывают существенное влияние на техническое состояние эксплуатируемых зданий и сооружений: сохранность природной структуры и влажности грунта под подошвой фундамента; прочностные и упругие характеристики материалов, из которых выполнено тело фундамента. Прежде чем приступить к выполнению работ по реконструкции подземной части эксплуатируемых зданий и сооружений, необходимо установить причину повреждения фундамента и устранить ее. Для выявления причин, вызвавших появление дефектов в конструктивных элементах подземной части эксплуатируемых зданий и сооружений, выполняют *техническое обследование* надземной и подземной частей здания и прилегающей территории. Это особенно актуально для зданий старой постройки. Сбор сведений по истории здания дает возможность установить дату постройки; первоначальный вид; изменения, которые происходили в процессе эксплуатации (надстройки, пристройки, перепланировка); аварийные состояния. Наличие технической документации значительно сокращает объем дальнейших обследований.

*Обследование подземной части здания* выполняют с целью определения конструкции, размеров и материала фундамента, его прочностных характеристик, глубины заложения, наличия и состояния гидроизоляции, а также типа грунтов в основании. Для этого производят *откопку шурфов*, количество которых зависит от физического состояния здания в целом и его конструкций. Если при реконструкции или капитальном ремонте здания нагрузки на фундамент не возрастают, то достаточно отрыть два-три шурфа. При наличии деформаций и трещин в стенах шурфы обязательно выполняют в местах предполагаемых повреждений фундамента. Их отрывают на 0,5 м ниже уровня подошвы фундамента. В плане шурф имеет форму прямоугольника, причем большая его сторона длиной 1,5–3 м примыкает к фундаменту. Прочность фундамента и стен подвала определяют известными неразрушающими методами, например, акустическим, радиометрическим, механическим и т. п. *Осадку здания* контролируют инструментально, а раскрытие трещин – с помо-

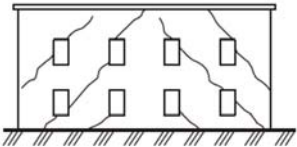
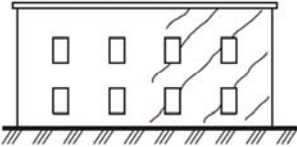
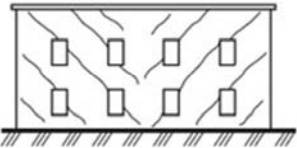
щью маяков, устанавливаемых поперек трещин на стене здания. Маяки устраивают в виде полос длиной 250–300, шириной 50–70 и толщиной 15–20 мм. Место, где устраивают маяк, очищают от штукатурки, краски, облицовки. На каждой трещине устанавливается два маяка: один – в месте наибольшего раскрытия, другой – в ее начале. Если в течение 15–20 дней на маяках не появились трещины, то можно считать, что деформации здания стабилизировались. Маяки делают из гипса, можно из металла или стекла. До начала производства работ по реконструкции фундаментов выполняются обследования надземной и подземной частей здания, а также обследование прилегающей территории. *Обследование подземной части здания* выполняют с целью определения конструкции, размеров и материала фундамента, его прочностных характеристик, глубины заложения, наличия и состояния гидроизоляции, а также типа грунтов в основании. Для этого *откапывают шурфы*, количество которых зависит от физического состояния здания в целом и его конструкций. Если при реконструкции здания нагрузки на фундамент не возрастают, то достаточно отрыть два-три шурфа. При наличии деформаций и трещин в стенах шурфы обязательно выполняют в местах предполагаемых повреждений фундамента. Их отрывают на 0,5 м ниже уровня подошвы фундамента. В плане шурф имеет форму прямоугольника, причем большая его сторона длиной 1,5–3 м примыкает к фундаменту. Прочность фундаментов и стен подвала определяют известными неразрушающими методами, например, акустическим, радиометрическим, механическим и т. п. *Обследование прилегающей территории* позволяет выявить причины появления дефектов. Как показывает практика, основными причинами являются неправильный отвод поверхностных вод, протечки в подземных коммуникациях (водопровод, канализация), наличие слоя насыпного грунта и т. п. (см. табл. 4.1).

В зависимости от выявленных при обследовании причин появления дефектов в конструкциях зданий, работы по реконструкции фундаментов могут выполняться по двум направлениям:

- восстановление несущей способности оснований и ее повышение;
- ремонт и усиление тела фундаментов.

В отдельных случаях эти работы могут выполняться совместно.

Таблица 4.1

Вид и внешнее проявление деформаций	Причины деформаций
<p>1. Осадка средней части здания</p> 	<p>Слабое основание в средней части здания; просадочные грунты в основании; карстовые пустоты в средней части здания</p>
<p>2. Осадка крайней части здания (левой или правой)</p> 	<p>Слабое основание под крайней частью здания; просадка грунтов от замачивания; карстовые пустоты; отрывка котлована или траншеи рядом со зданием; сдвиг рядом расположенной подпорной стенки; затопление подвала</p>
<p>3. Осадка обеих крайних частей здания</p> 	<p>Аналогичные причины, указанные в п. 2, но действующие в обеих частях здания; размещение под средней частью крупного включения (валуна, старого фундамента)</p>

## 4.2. Восстановление и повышение несущей способности оснований

Согласно действующим ТНПА, к способам, восстанавливающим и повышающим несущую способность грунтов, относятся:

- *физико-механическое восстановление (физический и химический способ)*;
- *механическое уплотнение*;
- *инженерное усиление*.

На практике наибольшее применение нашло физико-механическое закрепление грунтов.

**Физико-механическое закрепление грунтов** выполняется с целью повышения их прочности и устойчивости или придания им водонепроницаемости. Закрепление грунтов рекомендуется применять для усиления оснований фундаментов эксплуатируемых зданиями.

Наиболее эффективными являются физический и химический методы искусственного закрепления грунтов.



*Физический метод включает: термическое закрепление грунта или его цементацию.*

*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. Заключается он в использовании эффекта 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 применяют цементно-песчаные растворы. Состав цементных растворов принимают в зависимости от удельного водопоглощения грунта.

Нагнетание раствора выполняется через предварительно пробуренные скважины или через инъекторы.

**Химические методы** рекомендуется применять для закрепления слабых сильно сжимаемых, водонасыщенных глинистых и биогенных грунтов. На практике, как правило, применяют *однорастворную, двухрастворную, газовую силикатизацию и цементацию (глинизацию, 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 является жидкое стекло.

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

*Двухрастворная силикаизация* грунтов заключается в последовательном нагнетании в грунт сначала водного раствора силиката натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , а затем хлористого кальция  $\text{CaCl}_2$ . 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 силикаизация* 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.

Растворы при химическом закреплении основания нагнетают в грунт через стальные перфорированные в рабочей части трубы – инъекторы (рис. 4.1).

*Электросиликатизация грунтов* – это введение в грунт под давлением раствора жидкого стекла с одновременным воздействием электрического тока. Рекомендуется она для закрепления переувлажненных мелкозернистых песков и супесей с коэффициентом фильтрации 0,005–0,2 м/сут. Для электросиликатизации грунтов в грунт забивают электроды инъекторы. Крайние инъекторы являются катодами, центральный инъектор – нейтральный, остальные два служат анодами. Раствор нагнетается во все инъекторы, кроме крайних, что увеличивает нагнетание раствора в грунт в 4–25 раз. При этом прочность грунта возрастает до 0,5–1,5 МПа.

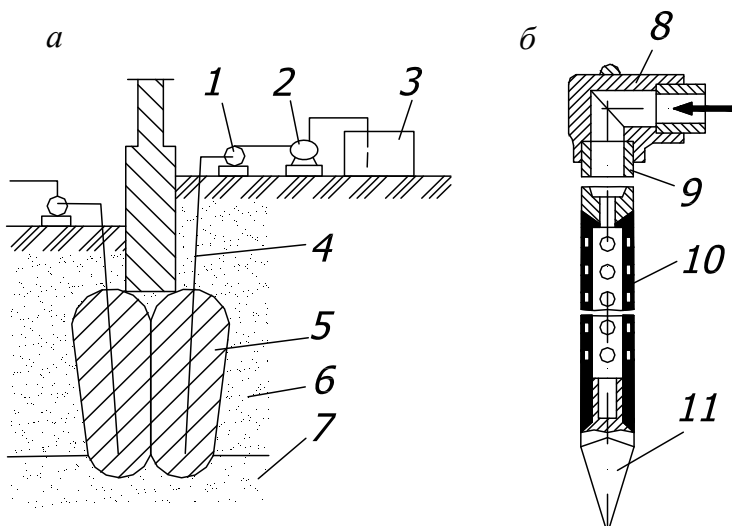


Рис. 4.1. Схема установки для химического закрепления грунтов:

*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

*Газовая силикатизация основана на применении в качестве отвердителя силиката натрия углекислого газа. Существует два варианта этого способа – без предварительного и с предварительной обработкой песчаного грунта углекислым газом. По первому варианту закрепление грунтов ведется по схеме: грунт + раствор силиката натрия +  $\text{CO}_2$ ; по второму:  $\text{CO}_2$  + грунт + раствор силиката натрия +  $\text{CO}_2$ . Последний вариант является более эффективным, 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, имеющих коэффициент фильтрации 0,1–0,2 м/сут., а также лессовые грунты. Газовая силикатизация выполняется по следующей технологии. Вначале через погруженные в грунт иньекторы 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/м<sup>3</sup>. С помощью углекислого газа осуществляется перемещение неотверженной части силикатного раствора в незакрепленный грунт, что позволяет при обычных расходах силикатного раствора увеличить объем закрепленного грунта почти в 2 раза.

*Эффективным способом укрепления основания являются растворы на основе расширяющегося цемента.* В грунте бурят скважины диаметром 10 см. Скважины размещают друг от друга на 3–4 диаметра сваи и заполняют раствором состава: 50 % цемента, 25 % песка и 25 % негашеной извести. В результате твердения раствора происходит существенное увеличение его объема, что приводит к развитию давления и как следствие 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.

### 4.3. Ремонт тела фундаментов

Работы по ремонту фундаментов сложный, трудоемкий и очень ответственный технологический процесс. Их выполняют специализированные бригады по захваткам. Протяженность захваток не должна превышать 2 м, чтобы не повредить смежные участки фундамента и вышележащие конструкции здания или сооружения. Работы обязательно должны производиться по предварительно разработанным и утвержденным технологическим картам в составе проекта производства работ при наличии рабочих чертежей.

**Разгрузка фундаментов.** До начала производства работ по реконструкции фундаментов необходимо принять меры по обеспечению устойчивости здания и предохранению конструкций от возможных деформаций, т. е. выполнить частичную или полную разгрузку фундаментов.

*Частичную разгрузку* выполняют путем установки временных деревянных опор, а также деревянных и металлических подкосов. Для установки временных деревянных опор (рис. 4.2) в подвале или

на первом этаже, на расстоянии 1,5–2 м от стены укладывают опорные подушки, на них размещают опорный брус, на который устанавливают деревянные стойки. По верху стоек укладывают прогон, который крепится к стойкам с помощью скоб. Затем между стойками и нижним опорным брусом забивают клинья, включая тем самым стойки в работу, и нагрузка от перекрытия частично снимается со стен и передается на временные опоры. Опоры на этажах должны устанавливаться по вертикали строго одна над другой. Для увеличения устойчивости конструкции стойки раскрепляют раскосами.

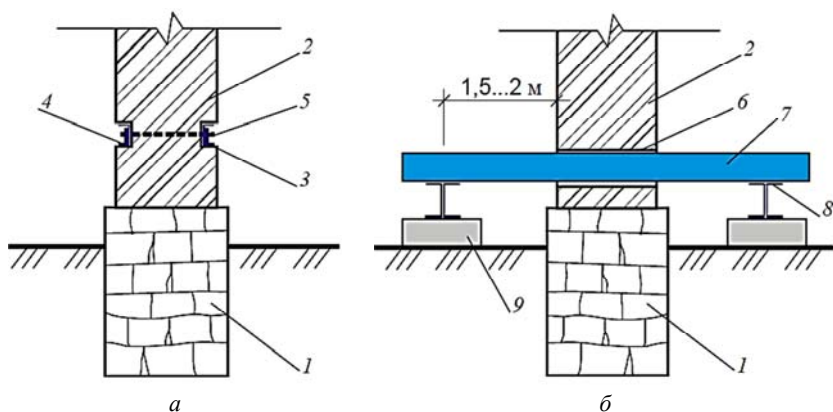


Рис. 4.2. Полная разгрузка фундаментов с помощью:

- a* – рандбалок; *б* – поперечных балок;  
 1 – фундамент; 2 – стена; 3 – штраба; 4 – рандбалка;  
 5 – стяжной болт; 6 – сквозное отверстие; 7 – поперечная балка;  
 8 – продольная балка; 9 – опорная подушка

*Полную разгрузку фундаментов* осуществляют с помощью металлических балок (рандбалок), заделываемых в кладку стены, а также поперечных металлических или железобетонных балок. Рандбалки (рис. 4.2, *a*) устанавливают выше обреза фундамента в заранее пробитые с обеих сторон стены штрабы на постель из цементно-песчаного раствора. Штрабы необходимо пробивать под тычковым рядом кирпичной кладки. Временное закрепление рандбалки в штрабе выполняют клиньями. В поперечном направлении через 1,5–2 м балки стягивают болтами диаметром 20–25 мм. Пространство между временно закрепленной балкой и стеной заполняют цементно-песчаным раствором состава 1:3.

Стыки рандбалок по фронту соединяют накладками на электросварке. В этом случае нагрузка передается на соседние участки фундамента.

На поперечные балки стены вывешивают следующим образом (рис. 4.2, б). В нижней части стены вблизи верхнего обреза фундамента через 2–3 м пробивают сквозные отверстия, в которые заводят поперечные балки. Под каждой поперечной балкой устраивают две опорные подушки на уплотненном основании. Передача нагрузки на опорные подушки осуществляется через продольные балки с помощью клиньев или домкратов. При неудовлетворительном состоянии стены ее предварительно усиливают путем установки рандбалок, которые располагаются выше пробиваемых отверстий.

**Ремонт кирпичных и бутовых фундаментов** предусматривает выполнение следующих работ: расшивка трещин и (или) перекладка отдельных участков каменной кладки; цементация дефектных участков кладки; устройство обоймы из стального профиля с последующим оштукатуриванием по сетке; устройство сжимов с обетонированием; восстановление отмостки; ремонт или устройство гидроизоляции. Рассмотрим основные положения технологии производства работ при реконструкции кирпичных и бутовых фундаментов.

*При расшивке трещин* в кладке вначале с обеих сторон освобождают (откапывают) фундамент от грунта до его подошвы. Из кладки удаляют разрушенные и расслоившиеся камни, а трещины расчищают и промывают струей воды под давлением. Демонтированные камни заменяют новыми, которые подбирают по размеру и устанавливают на постель из цементно-песчаного раствора. Трещины заполняют пластичным цементно-песчаным раствором марки 50. После этого восстанавливают гидроизоляцию и выполняют обратную засыпку с послойным трамбованием.

*При перекладке отдельных участков фундамента* работы выполняют в следующей последовательности. Производят полную разгрузку перекладываемого участка фундамента: отрывают его с обеих сторон котлованы (шурфы); разбирают старую кладку и выполняют новую, соблюдая перевязку швов и оставляя штрабы для связи с кладкой на смежных участках. Перекладку фундамента выполняют по захваткам длиной не более 2 м в очередности, предусмотренной проектом. Допускается одновременное выполнение работ на захватках, удаленных друг от друга на расстояние не менее 4–6 м. В первую очередь перекладывают участки с наиболее ослабленной

кладкой. Работы на соседних захватках производят с технологическим перерывом 7–10 дней.

*При повышении прочности фундамента методом цементации* рекомендуется следующая технология производства работ. Вначале с обеих его сторон отрывают траншеи шириной 1 м. В теле фундамента просверливают отверстия (обычно в швах кладки). В них устанавливают инъекторы с шагом 0,2–0,25 м. Затем производят нагнетание пластичного цементного раствора под давлением 0,04–0,05 МПа. Состав цементно-песчаного раствора принимается 1:2. Нагнетание цементного раствора производят до полного насыщения кладки, что сопровождается повышением давления на 15–25 %. При наличии подвала инъекторы устанавливают из подвальных помещений. Шаг инъекторов, состав раствора, его расход и величина давления нагнетания принимаются согласно проектной документации и уточняются пробным нагнетанием.

*Устройство обоймы из стального профиля с последующим оштукатуриванием по сетке* выполняют по следующей технологии.

На захватке с обеих сторон фундамента отрывают траншеи; фундамент очищают от грязи и промывают водой; производят разметку и устройство сквозных отверстий под стяжные болты.

Затем на выровненную цементно-песчаным раствором поверхность фундамента устанавливают стальной профиль и стяжные болты. После завершения этих работ в шахматном порядке на расстоянии 0,5–1 м друг от друга просверливают отверстия диаметром 37 мм на глубину до середины фундамента. В них устанавливают инъекторы и производят нагнетание цементного раствора состава 1:1 до полного насыщения кладки. Расход раствора предварительно назначается в количестве 20–30 % от объема ремонтируемого участка кладки фундамента.

Затем к стальному профилю с шагом 500–600 мм приваривают арматурные стержни Ø12 мм класса А400 и к ним на скрутках прикрепляют сварную сетку из стали А240 Ø4 мм с размером ячейки 100×100 мм и производят оштукатуривание фундамента цементным раствором состава 1:3. Шаг инъекторов, расход раствора и давление нагнетания принимаются согласно проекта и уточняются пробным нагнетанием.

*Устройство сжимов с обетонированием* выполняют в следующей последовательности:

- 1) освобождают от грунта, очищают от грязи и промывают водой верхний обрез фундамента;

2) просверливают сквозные отверстия диаметром 22 мм с шагом 1,2–1,4 м;

3) устанавливают с обеих сторон стальные уголки 75×75×3 и соединяют их между собой сжимными болтами Ø20 мм;

4) выполняют цементацию кладки фундамента (аналогично, как в ранее описанных способах) и производят с двух сторон обетонирование по всей длине ремонтируемого участка бетоном класса В7,5–В10 для защиты стальных деталей от коррозии.

Ремонт бетонных и железобетонных фундаментов заключается в устранении волосяных трещин, ремонте или восстановлении отстойки и гидроизоляции.

Способы усиления и реконструкции фундаментов мелкого заложения, применяемые в настоящее время, отличаются большим многообразием и их можно классифицировать в зависимости от конструктивно-технологических способов их выполнения (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

### Способы реконструкции фундаментов мелкого заложения

№ п/п	Метод усиления или реконструкции	Условия применения
1	2	3
1	Усиление фундаментов методом цементации пустот в кладке	При образовании пустот в швах кладки и небольших разрушений материала фундамента; нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно
2	Усиление фундаментов при помощи частичной замены кладки фундамента	При средней степени разрушения материала фундамента (нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания)
3	Усиление фундаментов обоями: – без уширения подошвы фундамента; – с уширением подошвы фундамента	Без уширения подошвы фундамента – при значительном разрушении материала фундамента (нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания); с уширением подошвы фундамента – при увеличении нагрузки на фундамент и недостаточной несущей способности основания



Продолжение табл. 4.2

1	2	3
4	<p>Усиление фундаментов при помощи подведения конструктивных элементов под существующие фундаменты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– плит;</li> <li>– столбов;</li> <li>– стен</li> </ul>	<p>Плит – при большой толщине слабых грунтов в основании;</p> <p>столбов – при неглубоком залегании несущего слоя грунта;</p> <p>стен – то же, а также в случае увеличения глубины заложения фундамента при устройстве подвалов, при необходимости передачи нагрузки на более прочные грунты</p>
5	<p>Усиление фундаментов подведением новых фундаментов</p>	<p>При коррозионном или ином разрушении фундамента;</p> <p>при необходимости значительного увеличения нагрузок, глубины заложения и изменении конструкций подземной части зданий и сооружений</p>
6	<p>Усиление фундаментов при помощи вдавливаемых свай</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок;</p> <p>при наличии подстилающих прочных грунтов;</p> <p>при невозможности проведения работ непосредственно под подошвой фундамента</p>
7	<p>Усиление фундамента подведением свай под подошву фундамента</p>	<p>В маловлажных грунтах;</p> <p>при небольшой глубине существующего фундамента и невозможности уширения его подошвы</p>
8	<p>Усиление фундамента при помощи пересадки его на выносные сваи</p>	<p>В водонасыщенных грунтах;</p> <p>при относительно большой глубине залегания прочного слоя грунта</p>
9	<p>Усиление фундамента буронабивными сваями</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок и большого слоя слабых грунтов в основании;</p> <p>в сложных условиях реконструкции и строительства</p>
10	<p>Усиление фундамента корневыми буро-инъекционными сваями</p>	<p>То же, а также при невозможности частичной разборки существующих фундаментов и в стесненных условиях строительства</p>
11	<p>Усиление фундамента конструкциями, возводимыми способом «стена в грунте»</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок;</p> <p>в сложных условиях реконструкции подземных частей зданий и сооружений</p>
12	<p>Усиление фундаментов опускными колодцами</p>	
13	<p>Усиление фундаментов при помощи передачи части нагрузок на дополнительные фундаменты</p>	<p>При сложных сочетаниях нагрузок и в особых условиях выполнения работ по реконструкции</p>

1	2	3
14	Переустройство столбчатых фундаментов в ленточные и ленточных в плитные	При значительных неравномерных деформациях основания; – изменении величины нагрузок и статической схемы работы фундаментов; – установке дополнительного оборудования; изменении конструктивной схемы здания или сооружения; – необходимости значительного повышения жесткости здания
15	Возвращение просевшего фундамента в первоначальное или горизонтальное положение	При просадке и значительном перекосе (крене) фундаментов для исправления положения эксплуатируемых зданий или сооружений в случае сохранения их устойчивости

#### 4.4. Усиление тела фундаментов

При реконструкции фундаментов с целью повышения их несущей способности выполняются следующие виды работ:

- усиление тела фундаментов;
- уширение подошвы фундамента;
- увеличение глубины заложения фундамента;
- полная или частичная замена фундамента.

Усиление выполняется в основном для фундаментов, выложенных из бутового камня, бутобетонной кладки и кирпича. Причем, основной материал (бутовый камень, кирпич) обладает достаточной прочностью, но само тело фундамента ослаблено в результате разрушения раствора, появления трещин и пустот.

**Усиление фундаментов** выполняют путем цементации или силикатизации кладки, укрепления отдельных камней (кирпичей) кладки и устройством железобетонных обойм.

**Цементация кладки** производится путем нагнетания в пустоты фундамента через инъекционные трубки цементно-песчаного раствора состава 1:1–1:2 под давлением 0,2–1 МПа. В большинстве случаев цементация кладки производится одновременно с цементацией основания. При подготовке фундамента к инъектированию выполняют его вскрытие (при необходимости), бурение шпуров, установку инъекторов, их соединение с инъекционной установкой

и проверку работы смонтированной системы. Шпурь для инъекторов бурят или пробивают перфораторами в шахматном порядке на расстоянии 0,8–1,2 м друг от друга. Затем устанавливают инъекторы (стальные перфорированные трубки диаметром 50 мм), закрепляя их в теле шпуров с помощью цементно-песчаного раствора. Радиус действия инъекторов составляет 0,6–1,2 м. Расход цементно-песчаного раствора для инъектирования зависит от степени физического износа фундаментов и плотности материала кладки и ориентировочно составляет 0,2–0,4 от объема усиливаемой кладки фундамента.

**При силикатизации** нагнетание рабочего раствора по одним и тем же инъекторам выполняют в два этапа: вначале жидкое стекло, а затем хлористый кальций. Технологический перерыв при их нагнетании не должен превышать 6 часов. Жидкое стекло нагнетают до полного насыщения тела фундаментов путем ступенчатого повышения давления от 0,05 до 0,4 МПа. Нагнетание хлористого кальция осуществляется при начальном давлении 0,4 МПа с постепенным его повышением до 0,5 МПа.

**Укрепление отдельных камней кладки** выполняют при незначительной степени физического износа фундаментов. Камни, которые не имеют сцепления в кладке фундамента, вынимают. Освободившуюся от камней поверхность кладки очищают стальной щеткой от грязи и старого раствора, смачивают водой и устраивают постель из цементно-песчаного раствора. Затем на раствор укладывают новые камни, втапливая их в раствор с помощью последовательных ударов молотком-кирочкой.

**Устройство железобетонных обойм** выполняют в тех случаях, когда на отдельных участках фундамента прочность кладки ниже лежащих слоев меньше прочности вышележащих. Работы выполняют по захваткам длиной 2–2,5 м. Железобетонные обоймы могут устраиваться с одной или с двух сторон.

При устройстве двухсторонней железобетонной обоймы (рис. 4.3, а) рекомендуется следующая технология производства работ. В теле фундамента в шахматном порядке через 1–1,5 м просверливают сквозные поперечные отверстия. Затем с обеих сторон устанавливают арматурные сетки с размерами ячеек от 100×100 до 150×150 мм из арматурной стали диаметром 12–20 мм. Арматурные сетки соединяют между собой арматурными стержнями диаметром 12–20 мм, которые устанавливают в просверленные отверстия. Затем устанавли-

ливают опалубку и выполняют бетонирование литой бетонной смесью (осадка конуса более 15 см) класса бетона В10 и более. Бетонирование может выполняться методом послойного торкретирования. Минимальная толщина обоймы – 150 мм.

При устройстве односторонней железобетонной обоймы (рис. 4.3, б) поперечные арматурные стержни заделывают в ранее просверленные шпуров в теле фундамента на цементно-песчаном растворе. А затем к ним крепят арматурные сетки.

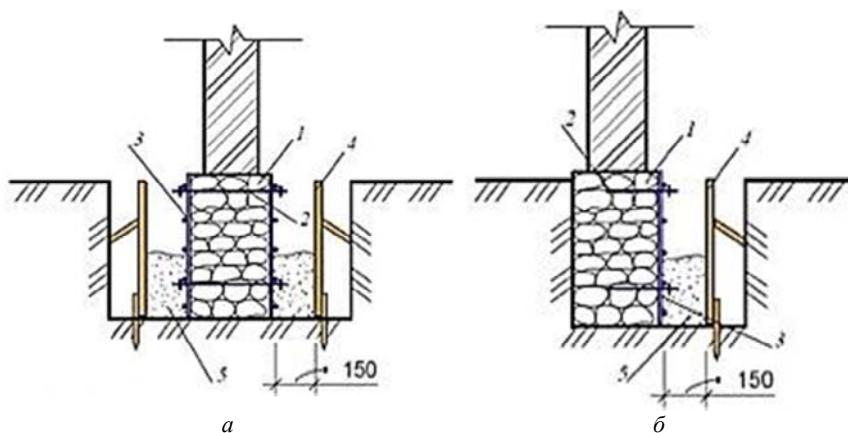


Рис. 4.3. Усиление бутовых фундаментов путем устройства железобетонной обоймы:

*a* – двухсторонней; *б* – односторонней;

*1* – бутовый фундамент; *2* – анкер; *3* – арматурная сетка;

*4* – опалубка; *5* – бетонная смесь

Увеличить одновременно несущую способность фундамента и основания можно путем **устройства буронабъекционных свай**. Их применение позволяет производить работы по усилению фундамента без разработки траншей и нарушения структуры грунта в основании. Сущность способа заключается в устройстве под зданием буронабъекционных (корневидных) свай, которые передают значительную часть нагрузки на более плотные слои грунта. Сваи выполняют вертикальными или наклонными с помощью установок вращательного бурения, которые позволяют пробуривать скважины диаметром от 80 до 250 мм не только в грунтах основания, но и в теле фундамента.

Устройство буроинъекционных свай выполняется в следующей последовательности:

- 1) бурение «лидерной» скважины;
- 2) заполнение ее пластичным цементно-песчаным раствором;
- 3) установка трубы-кондуктора до начала схватывания раствора;
- 4) технологический перерыв для набора раствором требуемой прочности;
- 5) бурение рабочей скважины до проектной отметки под защитой глинистого раствора или обсадной трубы;
- 6) заполнение скважины цементно-песчаным раствором через буровой остов или трубу-инъектор снизу вверх до полного вытеснения глинистого раствора;
- 7) посекционная установка арматурных каркасов;
- 8) опрессовка свай.

При установке арматурных каркасов понижение уровня раствора в скважине не должно превышать более 0,5 м. Для опрессовки свай на верхнюю часть трубы-кондуктора устанавливают тампон (обтюратор) с манометром и через инъектор нагнетают под давлением цементно-песчаный раствор. При значительном расходе раствора из-за фильтрации грунта основания делают технологический перерыв в течение 1 суток и опрессовку повторяют.

#### **4.5. Уширение (увеличение площади) подошвы фундамента**

Уширение подошвы фундамента рекомендуется выполнять банкетам из монолитного бетона и железобетона, банкетам балочно-го типа, а также с помощью монолитных и сборных железобетонных подушек.

Чаще всего применяют *одно- и двусторонние банкеты из монолитного бетона и железобетона*. Конструкция банкет зависит от способа их связи с существующим фундаментом и схем передачи нагрузки от сооружения на усиливаемый фундамент. Наибольшее распространение получили банкеты, где передача нагрузки от сооружения осуществляется с помощью опорных балок (рис. 4.4).

Работы по уширению фундаментов монолитными бетонными банкетам рекомендуется выполнять в следующей технологической последовательности. Разбирают пол первого этажа и при необходимости разбирают отмостку. В пределах захватки (длина 1,5–2 м)

отрывают траншеей с одной или обеих сторон фундамента. Сальной щеткой очищают боковые поверхности фундамента. Для повышения прочностных и деформационных характеристик основания под монолитными бетонными банкетам устраивают основание из щебня толщиной 50–100 мм с втрамбовыванием его в грунт. Затем в теле фундамента просверливают отверстия (в шахматном порядке через 0,25–0,35 м по высоте и 1,2–1,5 м по длине фундамента) и забивают в них анкерные стержни диаметром 16 мм. Устанавливают опалубку и бетонируют банкет до отметки низа распределительных балок. После набора бетоном требуемой прочности (не менее 70 % проектной) пробивают в стене здания по обрезу фундамента сквозные отверстия. В них устанавливают опорные балки, выполненные из стальных швеллеров (двутавров) или сборных железобетонных балок. Монтируют распределительные балки и сваривают их с опорными балками. Затем выполняют добетонирование банкета на высоту распределительных балок и заделку зазоров в опорных балках. Класс бетона – не менее В12,5.

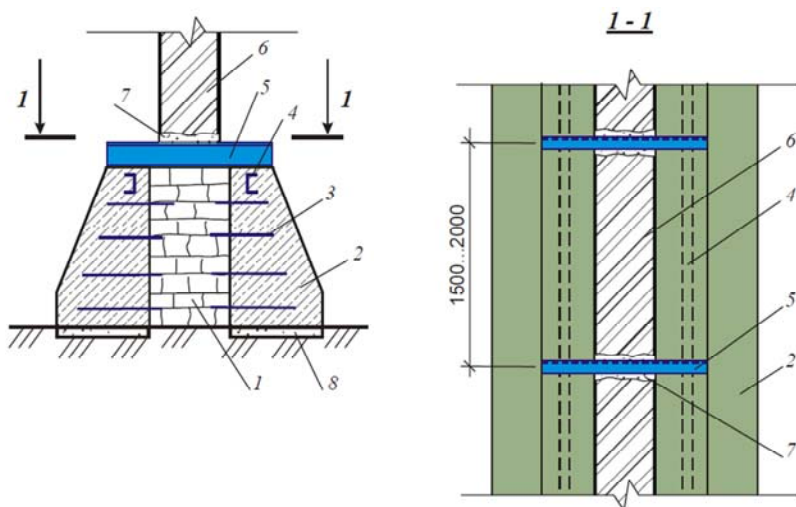


Рис. 4.4. Уширение подошвы фундаментов монолитными бетонными банкетам:

- 1 – фундамент; 2 – монолитный бетонный банкет; 3 – анкера;  
 4 – распределительная балка; 5 – опорная балка; 6 – стена;  
 7 – зачеканка цементно-песчаным раствором; 8 – основание

Увеличение площади подошвы фундаментов может осуществляться *с помощью сборных железобетонных отливов и стальных тяжей* (рис. 4.5).

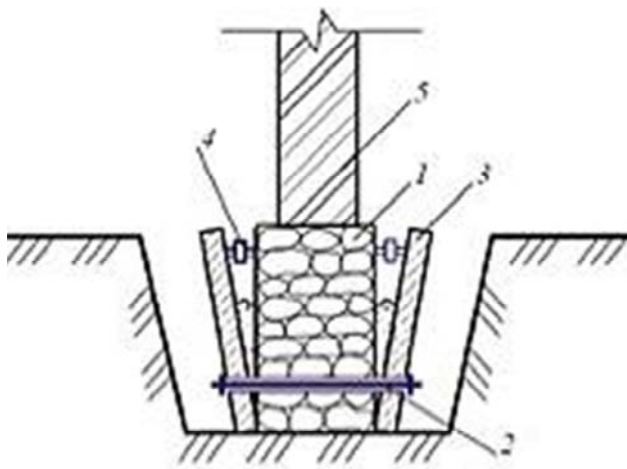


Рис. 4.5. Увеличение площади подошвы фундамента с помощью железобетонных отливов:

1 – фундамент; 2 – стальной тяз; 3 – железобетонный отлив; 4 – домкрат; 5 – обрез фундамента

Работы рекомендуется выполнять в следующей технологической последовательности. С обеих сторон фундамента отрывают траншею длиной 1,5–2,0 м, что соответствует размерам захватки. Тело фундамента очищают стальной щеткой и в нем сверлят сквозные отверстия. Из сборных железобетонных балок монтируют отливы, закрепляя их к телу фундамента стальными тяжами. Затем с помощью домкратов (клиньев) в верхней части усиления создают зазор между телом фундамента и отливом. Укладывают бетонную смесь в зазор между существующим фундаментом и железобетонными отливами. В результате создания зазора отливы поворачиваются вниз вокруг своей нижней оси и дополнительно обжимают грунт основания. К недостаткам этого способа следует отнести значительный объем земляных работ и большие затраты ручного труда.

Уширение подошвы фундамента путем *подводки монолитных или сборных железобетонных плит* (рис. 4.6).

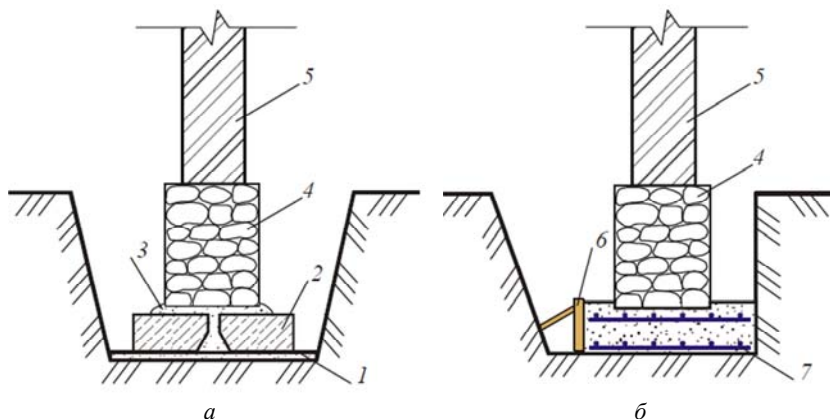


Рис. 4.6. Уширение подошвы фундамента путем подводки монолитных или сборных железобетонных плит:  
*а* – подводкой железобетонных плит;  
*б* – устройством монолитной железобетонной подушки;  
 1 – уплотненная грунтовая подготовка; 2 – железобетонные плиты;  
 3 – цементно-песчаный раствор; 4 – фундамента; 5 – несущая стена здания;  
 6 – опалубка; 7 – арматурная сетка

При уширении подошвы фундамента путем подводки монолитных или сборных железобетонных плит из-под него в пределах захватки длиной 1,5–2 м удаляют грунт. Железобетонные плиты монтируют на подготовленное выровненное основание. Зазор между поверхностью плит и подошвой фундамента заделывают жестким цементно-песчаным раствором марки 100. Процесс устройства монолитной железобетонной подушки менее трудоемок. Для этого на подготовленное основание укладывают арматурные сетки, устанавливают опалубку и укладывают бетонную смесь. Уплотнение бетонной смеси выполняют вибрированием. Для обеспечения надежного контакта укладываемой бетонной смеси с фундаментом бетонирование производят на 100–150 мм выше отметки его подошвы. Класс бетона В12,5 и более.

#### 4.6. Увеличение глубины заложения фундамента

Углубление фундамента выполняют с применением бутовой (кирпичной) кладки, монолитного бетона и железобетона.



Способ увеличения глубины заложения фундаментов с **использованием бутовой кладки** отличается высокой трудоемкостью и применяется при незначительных нагрузках. В этом случае вначале разгружают фундаменты и при наличии ослабленных участков стен устанавливают рандбалки. Затем на отдельных захватках длиной 1,5–2 м в заранее намеченной очередности отрывают колодцы на проектную глубину с временным креплением стенок, разбирают нижнюю ослабленную часть фундамента (при необходимости) и удаляют грунт, подводя под фундамент временные крепления. Кладку нового фундамента выполняют с перевязкой швов, удаляя крепление снизу вверх. Зазор между верхним обрезом новой кладки и нижним обрезом старого фундамента заполняют полусухим цементно-песчаным раствором состава 1:3.

Более эффективным является способ увеличения глубины заложения фундаментов **с применением монолитного бетона** (рис. 4.7).

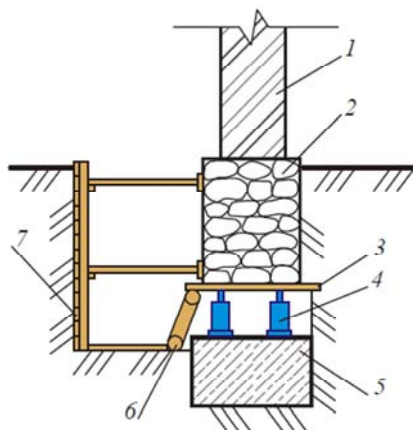


Рис. 4.7. Увеличения глубины заложения фундаментов с применением монолитного бетона:

- 1 – стена здания; 2 – существующий фундамент; 3 – забивки;
- 4 – домкрат; 5 – бетонный блок; 6 – деревянная рама;
- 7 – инвентарные щиты крепления стенок выемки

*Рекомендуется следующая технология производства работ.* Вначале разгружают фундамент. Отрывают шурфы на 0,7–1 м ниже подошвы фундамента. Вертикальные стенки шурфов крепят щитами.

У передней стенки устанавливают несущую раму из металла (уголок, труба и т. п.) или древесины (брус, круглый лес). Верхняя перекладина рамы должна находиться на 30–50 мм ниже подошвы фундамента. Между подошвой и верхней перекладиной рамы в грунт забивают доски, т. е. устраивают защитную стенку, под защитой которой на проектную глубину отрывают колодец. Затем в колодец укладывают и уплотняют бетонную смесь, оставляя между подошвой фундамента и поверхностью бетона зазор 300–400 мм. После набора бетоном требуемой прочности с помощью домкратов производят обжатие основания новой части фундамента, используя при этом массу существующего здания. После этого бетонируют зазор, укладывая бетонную смесь на 100 мм выше подошвы старого фундамента с целью обеспечения плотного контакта.

Уменьшить трудоемкость по разгрузке фундамента позволяет технология выполнения работ *по его углублению и одновременно-му расширению* (рис. 4.8).

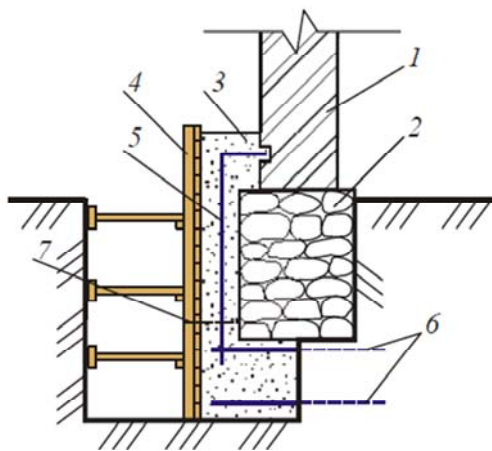


Рис. 4.8. Углубление подошвы фундамента с одновременным расширением (без разгрузки):

- 1 – стена здания; 2 – усиливаемый фундамент; 3 – монолитный бетон;  
 4 – опалубка; 5 – арматурная сетка; 6 – горизонтальные арматурные стержни;  
 7 – уровень первого яруса бетонирования

*Рекомендуется следующая технология производства работ.* На захватке отрывают траншею на глубину заложения фундамента.

Затем устраивают подкоп под подошву существующего фундамента на половину его ширины по всей длине захватки. В боковую стенку подкопа забивают горизонтальные поперечные арматурные стержни диаметром 14–18 мм. Нижний ряд стержней устанавливают с шагом 200 мм на 100 мм выше дна траншеи, а верхний ряд – с таким же шагом на 50–70 мм ниже подошвы существующего фундамента. К поперечным стержням приваривают профильные стержни такого же диаметра с шагом 200 мм. В траншее устанавливают щит опалубки на уровне подошвы фундамента и на расстоянии 200 мм от его боковой поверхности. Затем укладывают и уплотняют бетонную смесь, монтируют вертикальную арматурную сетку (размер ячейки 200×200 мм, диаметр вертикальных стержней 14–18 мм, горизонтальных – 6 мм). Арматурную сетку погружают на 200–250 мм в свежеложенный слой бетонной смеси. Устанавливают опалубку второго яруса, укладывают и уплотняют бетонную смесь. После набора бетоном требуемой прочности опалубку разбирают, выполняют гидроизоляцию и обратную засыпку траншеи. Затем аналогично выполняют работы с противоположной стороны (исключая установку горизонтальных поперечных стержней).

#### **4.7. Полная или частичная замена фундамента**

*При полной или частичной замене фундаментов* укрепляют перемычки над проемами, а при необходимости и стены. Затем открывают траншеи и разбирают ослабленные участки фундамента на захватках длиной 1–2 м. Разборку начинают с верхних рядов с одновременным раскреплением вышележащих участков стены. При этом оставляют штрабы и уступы для последующей перевязки новой кладки со старой. Основание под новый участок фундамента уплотняют путем трамбовывания в грунт слоя щебня на глубину 50–100 мм. Новую кладку выполняют с перевязкой швов, выполняя также перевязку с соседними участками существующего фундамента и новой кладки. Горизонтальную гидроизоляцию между фундаментом и стеной выполняют по оштукатуренной цементно-песчаным раствором поверхности. Зазор между верхним обрезом нового фундамента и нижней поверхностью стены тщательно заделывают полусухим цементно-песчаным раствором на саморасширяющихся цемен-тах.

Замену фундаментов начинают с наиболее слабых участков и по возможности под теми участками стен, где отсутствуют проемы. Разбивку фундамента на захватки производят с таким расчетом, чтобы между захватками, где одновременно выполняются работы, находилось не менее двух захваток, на которых работы еще не начинались или уже выполнены и кладка (или бетон) набрала требуемую проектную прочность.

**Усиление основания существующих фундаментов железобетонными опускными колодцами** (рис. 4.9).

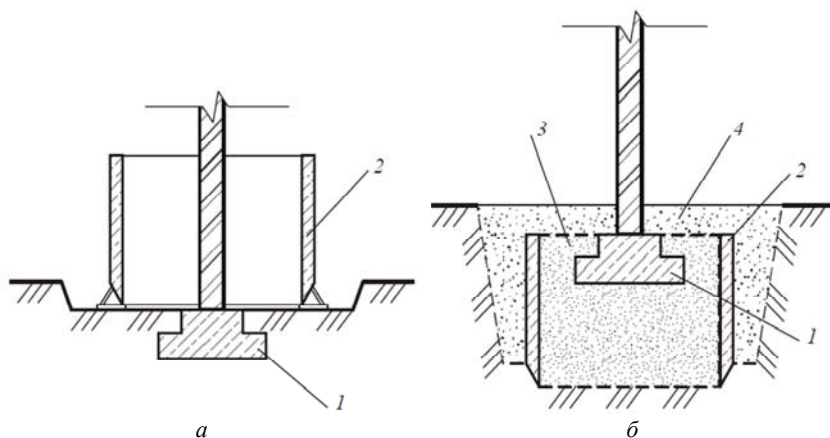


Рис. 4.9. Усиление фундамента с помощью опускного колодца:

*a* – установка колодца в приямок на опоры;

*б* – колодец в проектном положении;

*1* – усиливаемый фундамент; *2* – опускной колодец;

*3* – грунтовое ядро внутри опускного колодца; *4* – котлован

Фундамент в этом случае может иметь в плане любые габариты и конфигурацию. Кроме того, исключается необходимость его разгрузки для ведения работ. Внутренние размеры опускного колодца должны превышать габариты подошвы фундамента на 15–20 см. В плане колодец может иметь форму окружности или прямоугольника с закругленными углами. Его выполняют из монолитного или сборного железобетона на поверхности земли или в котловане, отметка дна которого должна быть выше отметки подошвы фундамента на 20–30 см. Колодец опускается по мере выемки грунта по

наружному периметру его стен, при этом основание под существующим фундаментом сохраняется ненарушенным и заключается в обойму. Для обеспечения достаточной стабильности грунтового ядра внутри опускного колодца грунт необходимо разрабатывать только в сухом состоянии, выполняя при необходимости водопонижение. После погружения колодца траншея засыпается грунтом или песком с тщательным послойным уплотнением.

**Усиление основания существующих фундаментов с помощью свай** рекомендуется применять в тех случаях, когда нагрузку необходимо передать на глубоко залегающие прочные грунты, особенно при наличии высокого уровня грунтовых вод.

Различают два способа усиления фундаментов:

- передача нагрузки от фундамента на выносные сваи (рис. 4.10);
- передача нагрузки подведением свай под подошву фундамента (рис. 4.11).

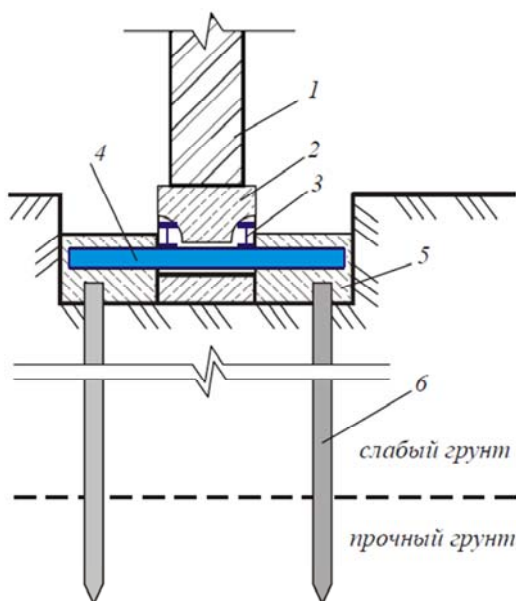


Рис. 4.10. Усиление фундаментов с помощью выносных свай:  
 1 – стена здания; 2 – существующий (усиливаемый) фундамент;  
 3 – продольная балка; 4 – поперечная балка; 5 – железобетонный пояс;  
 6 – металлические трубчатые сваи

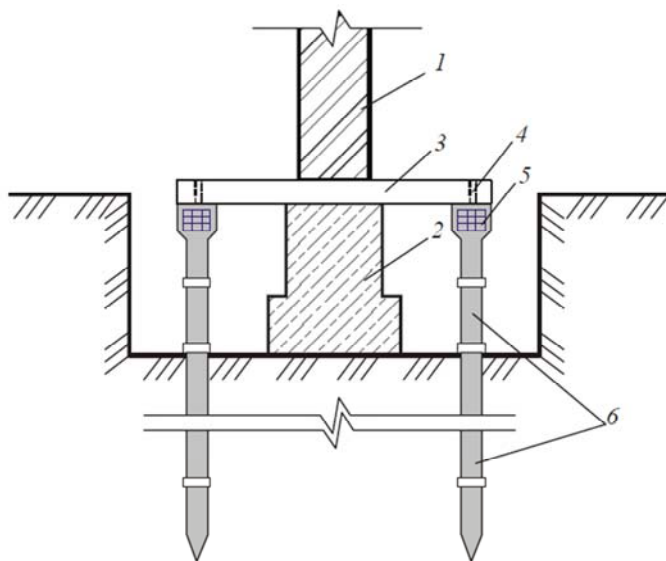


Рис. 4.11. Усиление фундаментов с помощью задавливаемых металлических свай:

- 1 – стена здания; 2 – существующий (усиливаемый) фундамент;  
 3 – монолитная железобетонная балка; 4 – отверстия для подачи бетонной смеси; 5 – железобетонный пояс; 6 – сваи

**Выносные сваи** применяют при высоком уровне грунтовых вод (рис. 4.10). Расстояние между сваями должно быть не менее трех диаметров. Головы свай с существующим фундаментом соединяют с помощью ростверков, которые выполняют в виде железобетонных поясов (для ленточных фундаментов) или железобетонных обойм (для столбчатых фундаментов). Для лучшей передачи нагрузки от усиливаемого фундамента на сваи применяют металлические или железобетонные балки, которые пропускают через тело фундамента. Длина свай устанавливается в зависимости от характеристики грунтов, размеров поперечного сечения свай и нагрузок на фундамент.

Выносные сваи выполняются в виде набивных свай или способом вдавливания. При этом способе усиления необходимо обеспечить надежное сопряжение существующего фундамента со сваями. С этой целью в фундаменте или в стене устанавливают в продольных штрабах рандбалки. Кроме того, могут применяться попереч-

ные балки, которые заводят в предварительно пробитые сквозные отверстия. Балки связывают между собой и с выносными сваями с помощью монолитного железобетонного ростверка.

***Усиление фундаментов с помощью свай, подводимых под подошву фундамента способом вдавливания*** (рис. 4.11). Этот способ усиления рекомендуется применять при низком уровне грунтовых вод. Сваи выполняются из металлических труб сечением 237×8 мм длиной 1 м и располагают попарно – с двух сторон фундамента. Для погружения свай применяют домкраты, которые упираются в железобетонные балки, изготавливаемые одновременно со сплошным железобетонным поясом, связанные конструктивно со сваями. Железобетонный пояс устраивают на уровне пола первого этажа до начала работ по вдавливанию свай. Вдавливание свай выполняют одновременно с двух сторон фундамента по всему периметру здания с помощью сварки секций. Для подвески домкрата и равномерного распределения усилий применяют инвентарную металлическую упорную балку, которую крепят параллельно стене здания (с каждой ее стороны) к трем соседним железобетонным балкам. После установки последней секции домкрат инвентарную балку демонтируют. Устанавливают арматурные каркасы и опалубку на оголовки свай. Полость трубчатой сваи заполняют литой бетонной смесью (класс бетона В15) и бетонируют оголовок сваи. Подача бетонной смеси осуществляется через отверстия в железобетонных балках.

## **5. ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ И ТЕПЛОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

### **5.1. Общие положения**

При возведении зданий и сооружений большой объем общестроительных работ составляют конструкции, выполненные из кирпича. Благодаря большому ассортименту выпускаемых видов кирпича (полнотелый, щелевой, одинарный, утолщенный, лицевой, специальный и др.) и кладочных растворов номенклатура кирпичных конструкций достаточно разнообразна.

Для возведения несущих конструкций (наружные и внутренние стены, пилястры, столбы, перемычки и др.) рекомендуется кладку выполнять из полнотелого керамического кирпича на цементно-песчаном растворе.

Наряду с несущими конструкциями кирпичная кладка применяется для возведения самонесущих стен, перегородок, устройства парапетов и др.

Возможность применения арматурных сеток при возведении кирпичной кладки, позволяет обеспечить передачу сосредоточенных нагрузок на кирпичные конструкции: стены, пилястры, столбы и др.

Как показывает практика, основными строительными работами при реконструкции кирпичных конструкций являются:

- ремонт и усиление кирпичной кладки эксплуатируемых объектов;
- тепловая реабилитация ограждающих кирпичных конструкций эксплуатируемых зданий.

### **5.2. Дефекты каменной кладки. Мониторинг выявленных трещин**

Основным дефектом в кирпичных конструкциях являются трещины в кладке.

Как показывает практика, основными причинами, вызывающими появление трещин в кирпичной кладке в процессе эксплуатации зданий и сооружений, являются: недостаточная прочность кирпича и раствора; применение в кладке разнородных по прочности и деформированности каменных материалов; отсутствие температурно-усадочных швов; агрессивные воздействия внешней среды; неравномерная осадка фундамента в сооружении и др.



Причиной образования хаотично расположенных трещин, как правило, являются воздействия на сооружения от забивки в непосредственной близости от них свай, или в длительно эксплуатируемых зданиях, износ кирпичной кладки которых достигает 40 % и более. Картина трещинообразования в наружной кирпичной стене и основные причины, приведшие к их появлению, даны на рис. 5.1.

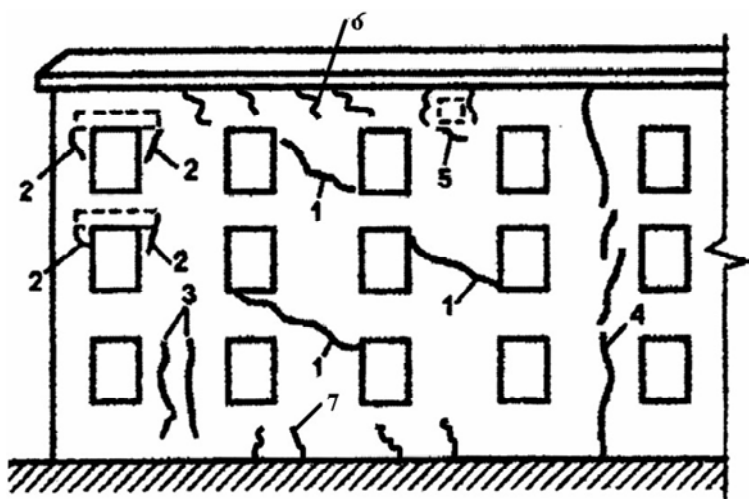


Рис. 5.1. Картина трещинообразования наружной стены и причины, приведшие к их появлению:

- 1 – осадка фундамента;
- 2 – недостаточная площадка опирания перемычки на каменную кладку;
- 3 – недостаточная прочность кладки;
- 4 – отсутствие температурно-усадочных швов;
- 5 – приложение сосредоточенной нагрузки на простенок;
- 6 – усилие от горизонтального распора стропильной системы;
- 7 – неравномерные деформации (осадки) основания

Характер трещинообразования в *кирпичных колоннах (пилястрах)* зависит от величины эксцентриситета приложения силы. При больших эксцентриситетах в растянутой зоне колонн по неперевазанному шву образуются горизонтальные трещины. С увеличением эксплуатационной нагрузки трещины раскрываются и удлиняются, в результате может произойти потеря устойчивости колонны или разрушение ее сжатой зоны. При малых эксцентриситетах горизонтальных трещин может не быть, однако, если имеет место перегруз-

ка колонны, появляются вертикальные продольные трещины. Картина трещинообразования во внецентренно сжатой кирпичной кладке показана на рис. 5.2.

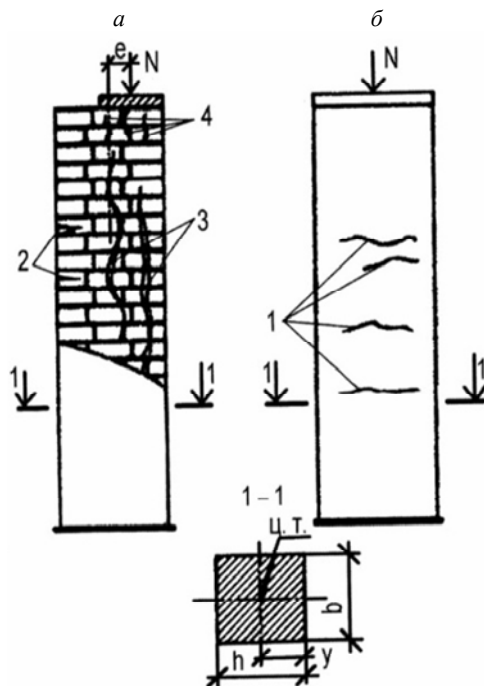


Рис. 5.2. Трещины во внецентренно сжатой кирпичной колонне:  
 а – трещины при приложении нагрузки с эксцентриситетом;  
 б – волосные трещины на оштукатуренной поверхности колонны

Для установления динамики развития (увеличения размеров) во времени трещин производят их мониторинг. В отечественной практике для этой цели чаще всего используются гипсовые, цементно-песчаные или стеклянные маяки. Реже – устанавливаются индикаторы перемещений часового типа. В зарубежной практике мониторинг трещин проводится с использованием механических, индукционных, пьезоэлектрических и других датчиков. На рис. 5.3 приведены схемы установки датчиков в зависимости от вида выполняемых измерений.

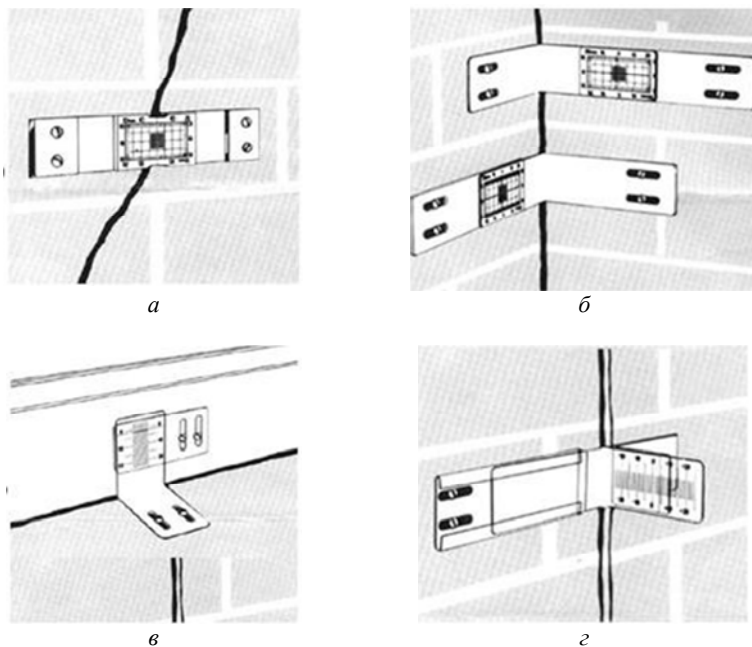


Рис. 5.3. Схемы установки измерителей трещин:  
*а* – в плоскости стены; *б* – в месте сопряжения стен;  
*в* – горизонтальная трещина; *г* – измерение сдвига берегов трещины

Достоинствами таких датчиков являются простота закрепления их на поверхности конструкции без повреждения отделки, возможность длительного непрерывного мониторинга трещин, возможность снятия отсчетов с удаленных объектов, в том числе фотографическим методом.

Широкое распространение при мониторинге трещин получил *метод фотограмметрии*, который заключается в периодической съемке обследуемого сооружения цифровой камерой с высокой разрешающей способностью матрицы и дальнейшей компьютерной расшифровкой полученных фотографий. Ширина раскрытия трещин определяется по изменению числа растровых точек между ее границами.

Для определения глубины и длины развития трещин в толще стены широко используется *тепловизионная техника*. При этом производится оценка теплотехнического состояния поврежденной

трещинами конструкции, по которой можно судить, является исследуемая трещина поверхностной или сквозной.

### 5.3. Оценка прочности кирпича и раствора

В отечественной практике для оценки прочности кирпича и раствора в кладке применяются приборы неразрушающего контроля, принцип действия которых основан на методе ударного импульса. Методом ударного импульса оцениваются прочностные показатели камня и раствора приповерхностных участков кладки, тогда как по толщине конструкции показатели могут существенно отличаться, поэтому данный метод рекомендуется использовать для качественной оценки прочностных показателей.

Для количественной оценки прочности кирпича и раствора служат разрушающие испытания отобранных из слабонагруженных элементов каменной кладки образцов. Испытания кирпича выполняются по стандартной методике на сжатие и изгиб (рис. 5.4).

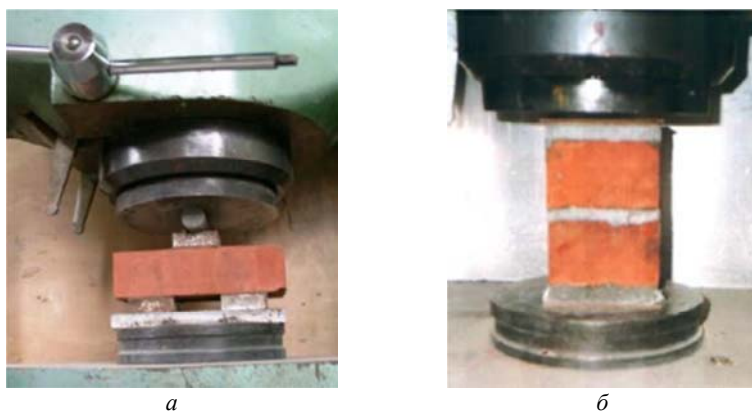


Рис. 5.4. Испытания кирпича керамического:  
*а* – на изгиб; *б* – на сжатие

*Испытания кладочного раствора* для оценки его фактической прочности так же выполняется по стандартной методике на сжатие. Для этого из пластинок раствора, отобранных из горизонтальных швов кладки, готовятся кубики с размером ребра 2–4 см, которые испытываются на сжатие.

Достоверность оценки прочности каменной кладки по результатам испытаний отобранных образцов кладочных элементов и раствора недостаточна, что обусловлено высоким коэффициентом вариации прочностных показателей кладочных элементов.

В зарубежной практике для определения фактической прочности кладки используются разрушающие методы или методы ее частичного разрушения. Одним из них является метод определения прочности кладки при сжатии на образцах – цилиндрах диаметром 150–200 мм, отобранных из тела конструкции с помощью специальных буров с сохранением структуры кладки. Испытания образцов кладки производят по схеме, показанной на рис. 5.5.

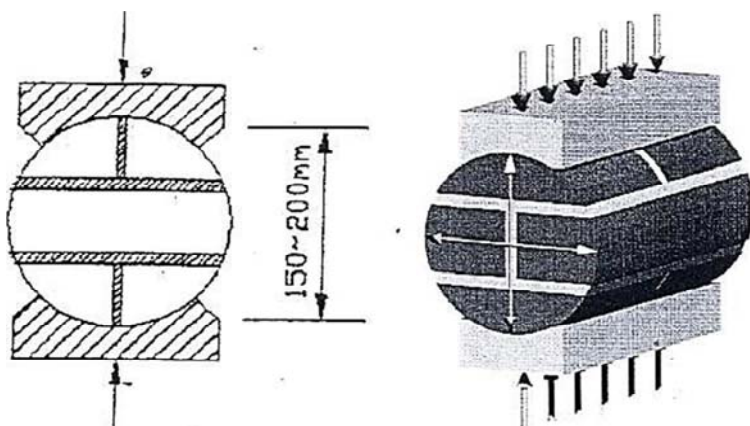


Рис. 5.5. Схема испытания цилиндрических образцов кладки на сжатие

Данный метод используется для кладок из полнотелого кирпича на прочном растворе. При растворах низкой прочности или пустотелом кирпиче возникают сложности с отбором образцов кладки для испытаний.

*Наиболее достоверные данные о прочности кладки при сжатии дает метод испытаний непосредственно в конструкции с помощью плоского пресса (Flat-Jack-Tests) (рис. 5.6).*

Плоские плиты пресса (плоские домкраты) устанавливаются в предварительно прорезанные в кладке конструкции горизонтальные щели шириной 20 мм. Сжатию подвергается участок кладки с ненарушенной структурой высотой 400–500 мм.

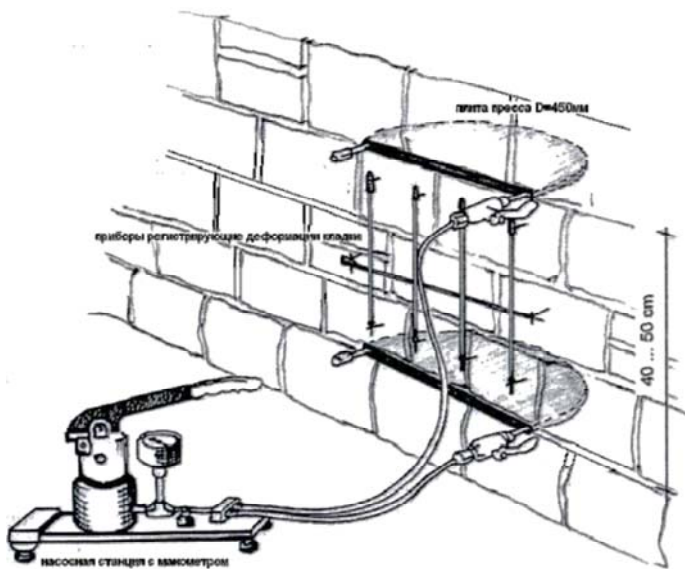


Рис. 5.6. Схема испытания образцов кладки методом «Flat-Jack-Tests»

В ходе испытаний определяются не только прочностные, но и деформационные характеристики кладки. Нагружение кладки может производиться до определенного уровня напряжений или до полного исчерпания ее несущей способности. Сопротивление кладки сжатию  $S_f$  определяется по формуле:

$$S_f = K_f \cdot K_a \cdot P_f, \quad (5.1)$$

где  $K_f$  и  $K_a$  – коэффициенты, учитывающие сдерживающее влияние плит прессы и прилегающей к разрезу кладки <1;

$P_f$  – разрушающее давление, создаваемое прессом.

#### **Технология реконструкции (усиления) каменных конструкций.**

*Способы реконструкции каменных конструкций* включают их усиление с целью восстановления (увеличения) несущей способности. Усиление конструкций может выполняться без изменения расчетной схемы и с изменением расчетной схемы.

Методы усиления каменных конструкций и технологические их выполнения приведены на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Способы усиления каменных конструкций

#### 5.4. Основные конструктивно-технологические решения усиления каменных конструкций

Традиционными методами усиления каменных конструкций являются *металлические и железобетонные обоймы, хомуты, пояса, сердечники, инъецирование растворов и перекладка. Методы усиления композитными материалами и анкерами объединены в группу альтернативных способов.*

**Металлические обоймы** применяют для повышения несущей способности кладки простенков, кирпичных столбов. Применение этого способа позволяет в 1,3–2,5 раза повысить несущую способность усиливаемой конструкции и уменьшить поперечные деформации. Недостатком способа устройства металлических обойм является ухудшение эстетического вида помещений и фасада сооружения (рис. 5.8).

*Технология производства работ* достаточно простая. Вначале с помощью известково-цементного раствора под уровень выравнивают поверхность углов кладки. Затем по всем углам усиливаемого простенка (столба) устанавливают металлические уголки и с шагом 4–6 рядов кладки по высоте к уголкам приваривают металлические пластины (рис. 5.8).

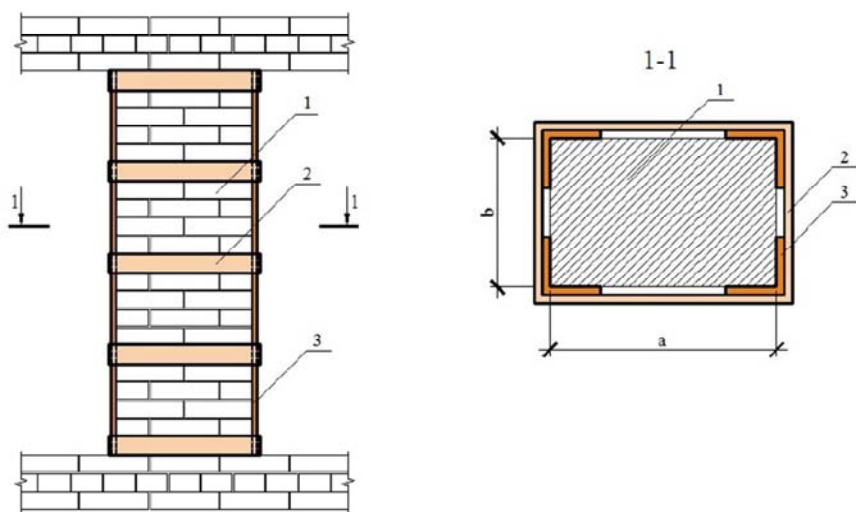


Рис. 5.8. Усиление каменных конструкций металлическими обоймами:  
 1 – усиливаемая кирпичная кладка; 2 – металлические пластины;  
 3 – металлические уголки

Для защиты от коррозии металлические элементы усиления окрашивают за два раза масляной краской, а затем выполняется оштукатуривание усиленной каменной конструкции.

**Усиление каменных конструкций устройством металлического сердечника** применяется для повышения (восстановления) несущей способности участков кладки стен, простенков, имеющих дефекты. Суть этого технологического решения состоит в том, что в вертикальной штрабе вырубленной в простенке (участке кладки) устанавливаются арматурный каркас (сердечник), которые затем бетонируются (рис. 5.9).



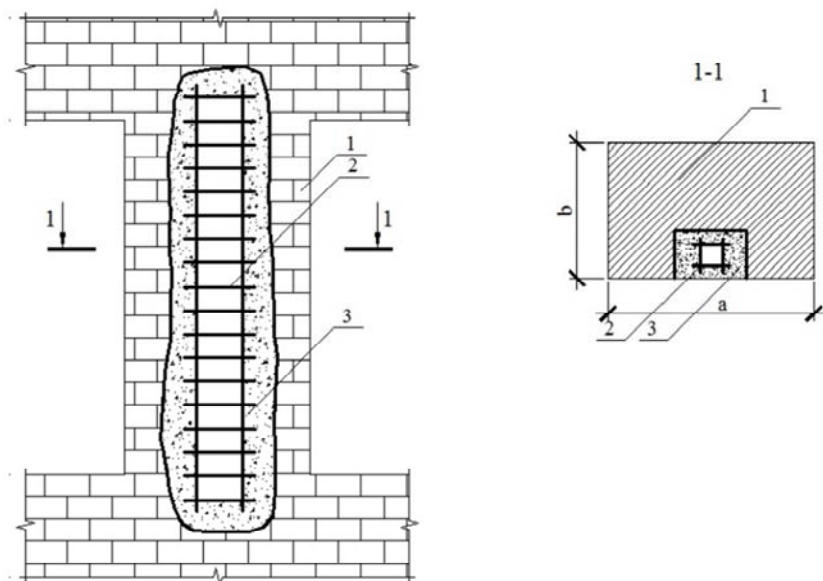


Рис. 5.9. Усиление каменных конструкций устройством сердечника:

1 – усиливаемая кирпичная кладка;

2 – металлический каркас (сердечник); 3 – бетон

***Рекомендуется следующая технология производства работ.***

На усиливаемом участке кладки с помощью электрического перфоратора пробивается вертикальная штраба глубиной  $\frac{1}{2}$  кирпича и шириной, равной участку кладке, имеющей дефекты.

Затем штраба очищается от строительного мусора и увлажняется водой. Следующим этапом является установка арматурного каркаса (сердечника). Для обеспечения проектного положения каркаса во время подачи бетонной смеси в опалубку, установленную в штрабе, рекомендуется стальной каркас (сердечник) устанавливать на бетонную подготовку толщиной 40–50 мм.

Способ подачи бетонной смеси в опалубку, а также тип опалубки принимаются в зависимости от объема бетонных работ по обмоноличиванию металлического каркаса

Учитывая, что работы по усилению участков кладки будут проводиться в стесненных условиях строительной площадки, рекомендуется бетонную смесь в опалубку подавать бетононасосами.

Для обеспечения качества бетонных работ рекомендуется применять самоуплотняющиеся бетонные смеси.

**Усиление анкерами** выполняется для того, чтобы остановить развитие трещин, возникающих в результате растягивающих усилий. Технология усиления кирпичной кладки имеет название «bed joint reinforcement technique» (технология усиления горизонтального шва).

Анкеры представляют собой винтообразные стержни из нержавеющей стали прочностью на разрыв в 2 раза большую, чем прочность стальной арматуры. Малые диаметры стержней (6, 8, 10 мм) позволяют за счет устройства малых отверстий для их установки в швах кладки обеспечить минимальное влияние на прочность конструкции в целом.

**Технология производства работ установки анкеров** представляет собой следующий процесс. Вначале с помощью фрезы в кирпичной кладке создается горизонтальный шов глубиной около 4–6 см при помощи фрезы для прорезания пазов в кладке. Ширина шва должна быть не менее 1 см (рис. 5.10, а). Канавку прочищают сжатым воздухом (рис. 5.10, б). Затем при помощи пневмоинструмента (пистолета) укладывают вглубь шва (канавки) на 2 см вязущий раствор. Устанавливают анкеры вглубь шва на раствор анкеры (рис. 5.10, в). Выполняют завершающие работы специальным раствором для закрепления анкера в кладке и инъекцией трещин (рис. 5.10, д).

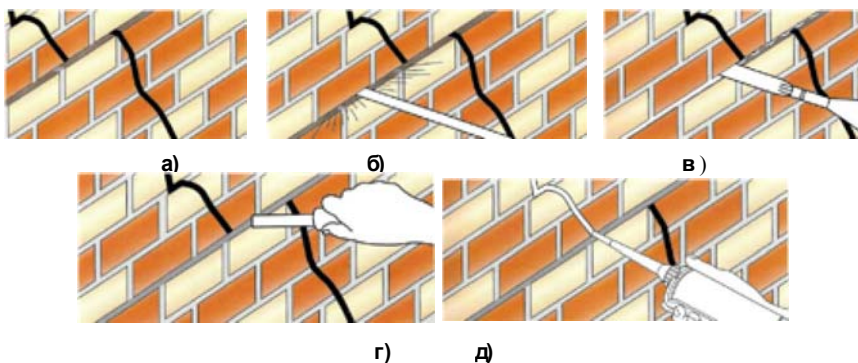


Рис. 5.10. Технология установки анкеров:

- а – устройство канавки; б – очистка канавки сжатым воздухом;
- в – установка анкера; г – заделка шва специальным раствором;
- д – косметическая отделка

**Заделка трещин** в кирпичных стенах может производиться одним из следующих способов или их сочетанием: *инъектирование; скобы из арматурной стали и двусторонними металлическими накладками на болтах.*

Заделку (локализацию) трещин необходимо выполнять после устранения причин трещинообразования, основными из которых являются:

- неравномерная осадка фундамента;
- изменение перераспределения передачи нагрузок на кирпичную кладку.

**Инъектирование трещин**, т. е. нагнетание в трещины, как правило, цементных или полимерцементных растворов. Инъектирование позволяет за счет замоноличивания трещин в кладке не только восстановить, но и увеличить ее несущую способность без увеличения поперечных размеров конструкции.

Рекомендуется следующая технология производства работ. Вначале, согласно проектной документации, выполняется разметка мест установки инжектора. Для обеспечения контроля качества производства работ в кирпичной кладке с помощью ручных электрических машин просверливают отверстия. На ряду с рабочими отверстиями (под установку инжектора) – сверлятся «контрольные» отверстия, которые предназначены для визуального контроля распространения раствора в кладке. Диаметр просверленных отверстий принимается на 1–2 мм больше наружного диаметра инжектора. Инжектор изготавливается из стальных бесшовных горячедеформированных труб диаметром 20 мм (ГОСТ 8731-87). Герметизация стыка инжектора с кладкой осуществляется с помощью уплотнительной шайбы, выполненной из вулканизированной резины.

**Нагнетание раствора через инжектор** является основным технологическим процессом при производстве работ. От того, насколько равномерно раствор заполнит зазор (трещину) восстанавливаемой кладке, зависит качество выполненной работы.

Для обеспечения равномерного заполнения трещин раствором рекомендуется **следующая последовательность производства работ по его нагнетанию через инжекторы**. По завершении работ по установке инжектора в рабочее положение и герметизации стыка с кладкой, в течение 5–6 секунд выполняется «продувка» трещины сжатым воздухом через инжектор. Величина давления «продувки»

принимается равной величине рабочего давления, приведенной в проектной документации. По завершении процесса «продувки» осуществляется смачивание водой через иньектор полости трещины.

Подача раствора через иньектор в трещины выполняется до тех пор, пока раствор не появится в контрольных отверстиях. Величина рабочего давления при подаче раствора через иньекторы должна соответствовать приведенной в проектной документации.

Завершающей технологической операцией является оштукатуривание реконструируемого участка кирпичной кладки.

**Усиление участков стены скобами из арматурной стали** рекомендуется применять в случае сквозных трещин и при разделении кладки трещинами на отдельные блоки (рис. 5.11).

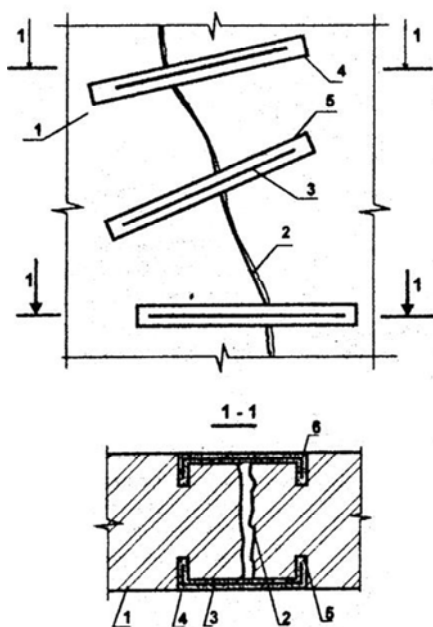


Рис. 5.11. Усиление участков кладки скобами из арматурной стали:  
1 – усиливаемая стена; 2 – трещина в стене, иньектированная цементно-песчаным раствором после установки скоб;  
3 – скобы из арматурной стали; 4 – паз в кладке, выбранный фрезой;  
5 – углубления по концам паза, выполненные сверлом;  
6 – заполнение цементно-песчаным раствором

**Усиление участков стены двусторонними металлическими накладками на болтах** рекомендуется выполнять при трещинах шириной 2–10 мм (рис. 5.12).

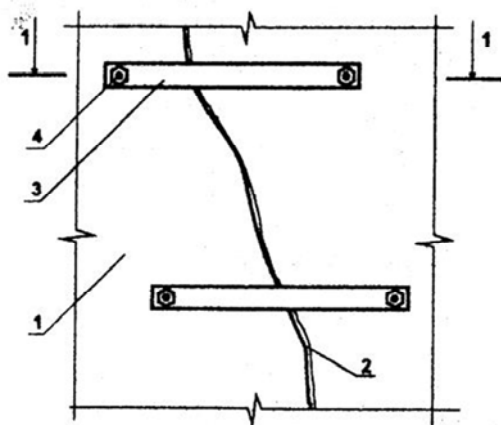


Рис. 5.12. Усиление участков кладки двусторонними металлическими накладками на болтах:

1 – усиливаемая стена; 2 – трещина в стене шириной до 10 мм, инъектированная цементно-песчаным раствором после установки накладок; 3 – накладки из полосовой стали; 4 – стяжные болты

*Рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ.* Вначале с помощью фрезы по размерам металлических накладок с наружной и внутренней стороны в кирпичной кладке выбирается паз. Для защиты от коррозии металлические накладки с двух сторон за два раза окрашиваются. Во избежание отклонений от вертикали и горизонтали целесообразно устанавливать накладки на выравнивающий слой цементного раствора. Применение выравнивающего слоя цементного раствора позволяют обеспечить надежное обжатие кирпичной кладки двусторонними накладками после закрепления их болтами, которые позволяют надежно обжать кирпичную кладку.

После закрепления всех двусторонних металлических накладок болтами выполняют инъектирование трещины цементно-песчаным раствором. Завершающей технологической операцией является оштукатуривание реконструируемого участка кирпичной кладки.

*Заделку трещин вставкой кирпичных замков с якорем* рекомендуется применять при ширине раскрытия трещин более 10 мм (рис. 5.13).

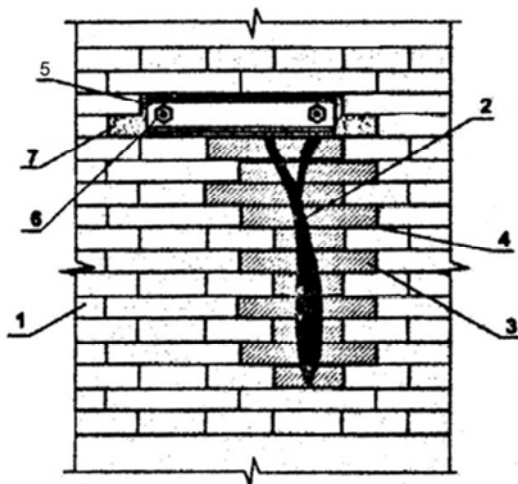


Рис. 5.13. Заделка трещин вставкой кирпичных замков с якорем  
 1 – усиливаемая стена; 2 – трещина в стене (более 10 мм);  
 3 – кирпичный замок толщиной в 1/2 кирпича, установленный с двух сторон на участке разрушенной кладки; 4 – граница разборки разрушенной кладки;  
 5 – якорь из прокатного металла (швеллер, двутавр) с двух сторон;  
 6 – анкерные связи (болты); 7 – полости, заполненные цементно-песчаным раствором

*Технология производство работ при выполнении данного конструктивного решения реконструкции кирпичных стен включает следующие технологические операции.*

Вначале на участке образования трещин выполняется двусторонняя разборка стены на глубину в 1/2 кирпича кладки. После демонтажа разрушенных кирпичей выполняется новая кладка из полнотелого кирпича на цементном растворе марки не ниже М50. Этот восстановленный слой кирпичной кладки, устанавливаемый с обеих сторон стены, называют *кирпичным замком*.

При значительных повреждениях кладки сетью трещин целесообразно устанавливать (с шагом 1,5–2 толщины стены) двусторонние металлические накладные. Накладки могут быть выполнены из

полосовой стали или прокатного металла. Для предотвращения развития трещины в ее основании устанавливаются двусторонние металлические накладки на болтах. Эти накладки называются *якорем*.

Наряду с устройством кирпичных замков на поверхности стен целесообразно предусмотреть заполнение трещины в толще стены инъектированием.

### Усиление кирпичных конструкций обоями.

Массово применяемым конструктивным решением обоек является *бетонная (растворная) армированная обойма*, которая выполняется с использованием продольной арматуры классов S240, S400 и поперечной арматурой класса А-I. Шаг поперечной арматуры принимается не более 15 см. По арматуре, для защиты ее от коррозии, устраивается обойма (слой бетона или раствора) толщина, которой определяется расчетом и принимается в пределах 4–12 см. Такое конструктивное решение реконструкции кладки рекомендуется при усилении кирпичных столбов или простенков (рис. 5.14).

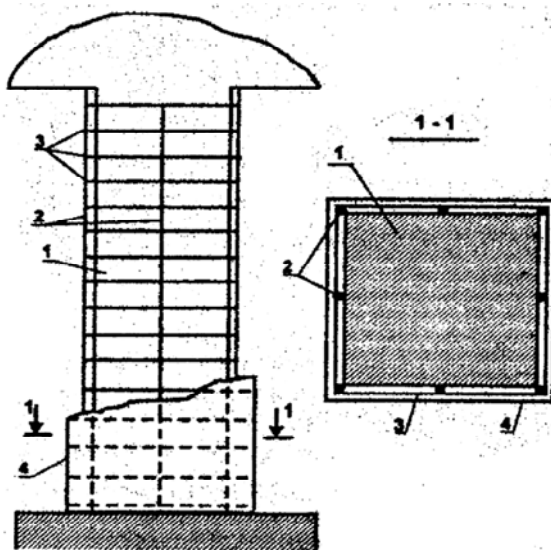


Рис. 5.14. Бетонная (растворная) армированная обойма:  
1 – усиливаемый столб (простенок); 2 – стержни диаметром 6–12 мм;  
3 – хомуты диаметром 5–10 мм; 4 – бетон класса С30/37  
или раствор марки не ниже М75

*Растворные армированные обоймы отличаются от бетонных (растворных) армированных обоек тем, что вместо бетона для защиты арматуры усиления от коррозии применяется цементный раствор марки не ниже М75. При устройстве армированных обоек возможна замена арматурных стержней на арматурные сетки из проволоки  $\varnothing 4-5$  мм с ячейкой  $150 \times 150$  мм. Обоймы из сетки выполняются двух типов:*

- сетки оборачивают вокруг усиливаемой кирпичной конструкции, образуя замкнутый контур;
- сетки закрепляются на стене анкерами.

Для защиты сетки от коррозии и включения ее в совместную работу с усиливаемой кладкой по закрепленной сетке выполняется торкретирование толщиной слоя от  $\sim 20$  мм.

При невозможности или эстетической нецелесообразности усиления обоймой, охватывающей конструкцию со всех сторон, усиление производится *железобетонной или штукатурной рубашкой* (рис. 5.15). При малой толщине рубашки для обеспечения ее совместной работы с кладкой необходимо предусмотреть закрепление арматуры рубашки штырями, забиваемыми в швы кладки или вставляемыми в просверленные отверстия и крепящиеся в них на растворе.

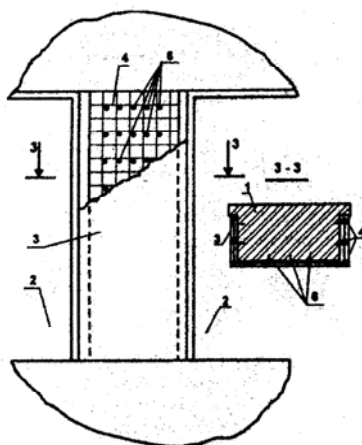


Рис. 5.15. Штукатурная (железобетонная) рубашка:

1 – усиливаемый простенок; 2 – проемы; 3 – рубашка штукатурная толщиной 30–40 мм или железобетонная толщиной 60–100 мм; 4 – арматура диаметром 5–10 мм; 5 – арматура диаметром 10 мм; 6 – металлические штыри



### **Усиление кирпичной кладки композитными материалами.**

Для усиления кирпичной кладки рекомендуется применять композиционные материалы на основе углеродных волокон и полиэфирных смол. Эти материалы имеют высокую механическую прочность, стойкость к коррозии и атмосферным воздействиям. Система усиления композитами носит название FRP (Fiber Reinforced Polymer). FRP усиление может использоваться:

- для восприятия растягивающих напряжений в элементе конструкции;
- в узлах соединения кирпичных конструкций (стены, перегородки др.);
- повышения жесткости конструкций при выполнении ими функций диафрагмы жесткости;
- ограничения раскрытия трещин;
- для увеличения прочности материала.

Композитные материалы представляют собой ткани, ленты, холсты. Они состоят из армирующего и связующего компонентов.

В качестве армирующих компонентов могут применяться различные волокна: углеволокно (carbon), стекловолокно (glass), арамид (aramid), льняные (flex) волокна, конопляные (hemp) волокна, базальт (basalt). В табл. 5.1 представлены физические характеристики волокон и стали.

Таблица 5.1

#### **Физико-механические характеристики волокон и стали**

Материал	Модуль Юнга, $E$ , ГПа	Предел прочности при растяжении $\sigma_r$ , МПа	Деформация при разрыве, $\epsilon_r$ , %	Удельный вес, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Углеволокно (лента)	240–280	3500	1,6–1,73	1,75
Стекловолокно (лента)	85–90	2500	4,5–5,5	2,46–2,49
Арамид (лента)	120	3200	1,0–2,5	1,44
Сетка из углеволокна 5×5	230	3500	1,5–1,8	1,8

1	2	3	4	5
Сетка из стекловолокна 5×5	70	2800	1,0–3,0	3,0–3,5
Сетка базальтовая 5×5	87	4000	2,0–6,0	2,8–3,2
Сталь	206	250–400 (текучесть) 350–600 (разрыв)	20–30	7,8

Анализ информации, приведенной в табл. 5.1, позволяет сделать вывод, что углеродистые волокна имеют самое большое значение модуля упругости Юнга, чем у других волокон и стали, поэтому они более эффективны с конструкционной точки зрения.

**Технология усиления конструкций углеволокном** заключается в наклейке с помощью специального эпоксидного клея на поверхность конструкций высокопрочных холстов или ламелей. Усиление выполняется по подготовленной поверхности кладки с пропиткой и грунтовкой поверхностного слоя с целью упрочнения.

Применение углепластиков для усиления несущих сжатых и внецентренно сжатых конструкций – колонн, пилонов, простенков – производится двумя способами.

**Устройство бандажей из углехолста** для создания «эффекта обоймы», по типу косвенного армирования, которое приводит к увеличению прочности при сжатии;

**Внешним армированием со стороны наиболее растянутого волокна** в пролетной зоне изгибаемых конструкций. Наклеенный элемент внешнего армирования работает совместно с металлической арматурой и воспринимает растягивающие усилия, тем самым повышая предельный изгибающий момент для балок, ригелей, плит перекрытий.

**Усиление композитными сетками**, представляющими собой ячеистые структуры из армирующих волокон, которые заделываются в специальный раствор

**Технология усиления заключается в следующем.** На очищенную от штукатурки и загрязнений поверхность каменной кладки после ее увлажнения наносится слой штукатурного раствора толщиной 3 мм, в который утапливается армирующая сетка из композиционных материалов. Затем наносится защитный штукатурный слой

толщиной 8–10 мм, поверхность которого подвергается финишной обработке. При необходимости в защитный слой может утапливаться вторая сетка, обеспечивающая повышенную прочность усиления.

Такая система усиления известна как FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix). В ней используются сетки из углеволокон, которые обладают следующими физико-механическими характеристиками:

- прочность на растяжение – 4800 МПа;
- модуль упругости – 240 ГПа;
- деформативность при разрыве – 1,8 %.

Система усиления FRCM обладает следующими достоинствами:

- простотой технологии ее выполнения;
- высоким сцеплением армирующего штукатурного слоя с поверхностью усиливаемой каменной кладки;
- высокой совместимостью армирующего слоя с кирпичной кладкой – деформационные характеристики (модуль упругости, коэффициенты температурного удлинения) материалов практически одинаковы;

– высокой огнестойкостью и коррозионной стойкостью, паропроницаемостью и водостойкостью, что позволяет производить усиление каменных конструкций как изнутри, так и снаружи сооружений.

На практике для усиления каменной кладки подтверждена высокая эффективность применения диагонального усиления. Суть его заключается в следующем: сетка из композитных материалов закрепляется с обеих сторон кирпичной конструкции (рис. 5.16).

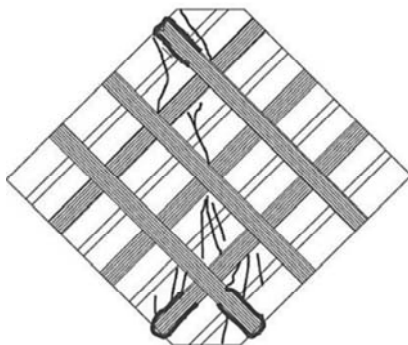


Рис. 5.16. Диагональное усиление кирпичной кладки композитными сетками

Как показали исследования, применение диагонального усиления позволяет увеличить несущую способность каменной кладки в 1,2–1,8 раза.

Усиление конструкций сетками с обеих сторон так же обеспечивает прекращение развития процесса трещинообразования в кирпичной кладке.

### **5.5. Основные способы дополнительной тепловой защиты ограждающих кирпичных конструкций.**

#### **Технология производства работ**

Все конструктивно-технологические решения дополнительной теплозащиты стен классифицируются следующим образом: теплоизоляционные покрытия; способ штукатурки по слою теплоизоляции; вентилируемый фасад; термический экран.

**Оштукатуривание стен «теплыми» штукатурными растворами** является наиболее простым. Этот способ массово применяется при строительстве новых зданий из штучных каменных материалов. Однако, учитывая, что толщина штукатурного слоя, как правило, не превышает 25 мм (т. е. суммарная с двух сторон стены – 50 мм) фактическое увеличение термического сопротивления стены, утепленной таким способом, составит не более  $0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Для увеличения толщины штукатурного слоя, а следовательно, и термического сопротивления (звуковой изоляции) наружных стен можно рекомендовать оштукатуривание выполнять по сетке «рабица». Утепление (звукоизоляция) стен способом оштукатуривания «теплыми» растворами в виду большой трудоемкости в настоящее время массово не используется и эффективно для восстановления локальных теплозащитных характеристик стен (вентканалы и др.).

**Нанесение напыляемых композиций.** За рубежом ряд фирм, производящих краски: «Seigneurie» и «Zolpan» (Франция), «ARGE Strabag Polytrade» (Германия), «Senergy» (США) – приступили к выпуску теплоизоляционного покрытия на основе полиуретана. Этот способ устройства теплоизоляционного покрытия носит экспериментальный характер. Однако высокая технологичность способа напыления теплоизоляционных покрытий и хорошие эксплуатационные характеристики поверхностей, утепленных этим способом, позволяют сделать вывод, что эта технология очень перспективна

для утепления небольших участков эксплуатируемых ограждающих конструкций.

**Теплозащита из легких бетонов.** В странах Западной Европы (Чехия, Словакия) для утепления наружных стен эксплуатируемых зданий и сооружений широкое применение получила теплозащита из легких бетонов.

*Способ теплозащиты из легких бетонов* имеет два варианта устройства:

- послойное нанесение легкобетонных смесей на стену;
- нанесение легкобетонных смесей на стену подачей бетона между утепляемой стеной и опалубкой.

*Послойное нанесение легких бетонов на утепляемую стену* выполняется по следующей технологии. Работы по утеплению стен таким способом начинают с очистки фасада от существующих покрытий (штукатурка, облицовка и др.), которые имеют плохое сцепление с утепляемой стеной. Для обеспечения ровности наружных откосов оконных и дверных проемов вокруг окон и лоджий устанавливают обшивку из оцинкованного металла. В стенах сверлят шпуров для крепления арматурной сетки. Сетка крепится к стене специальными дюбелями с «дистанционными» кольцами (на 1 м приходится 9 дюбелей), которые обеспечивают постоянное расстояние сетки от плоскости стены (35 мм). На подготовленную таким образом основу с помощью бетононасосов наносят теплоизоляционную смесь максимальной толщиной 60 мм, плотностью 200 кг/м<sup>3</sup>. После ее высыхания наносят защитный слой из цементно-песчаного раствора и поверхностный отделочный слой толщиной 12 мм.

Необходимо отметить, что этот способ требует наличия в общей сложности 16-ти различных видов материалов и изделий.

*Подача легкого бетона между утепляемой стеной и опалубкой* осуществляется бетононасосами с последующим уплотнением бетонной смеси. Опалубка применяется двух видов: съемная и несъемная. Предпочтение отдается несъемной опалубке, которая выполняется из защитно-декоративных панелей. При утеплении стен легким бетоном с использованием съемной опалубки, после распалубки по поверхности бетона устраивается защитный слой из цементно-песчаного раствора. Для обеспечения надежного сцепления легкого бетона с утепляемой стеной, выполняют специальное армирование стены с использованием металлических сеток или анкерных штырей.

Наружные стены, утепленные способом *теплозащита из легких бетонов*, имеют высокие эксплуатационные характеристики. Низкое сопротивление паропроницания легких бетонов (керамзитобетон и др.) позволяет обеспечить высокое сопротивление теплопередаче стен даже без механической вентиляции.

Несмотря на высокую технологичность и эксплуатационную эффективность утепление способом *теплозащита из легких бетонов* не нашло применения в Республике Беларусь. Основная причина – отсутствие технологии подачи легких бетонов бетононасосами.

**Легкая штукатурная система** является основным конструктивным решением *теплозащиты фасадов вновь возводимых и эксплуатируемых зданий*, массово применяемой в Республике Беларусь (рис. 5.17).

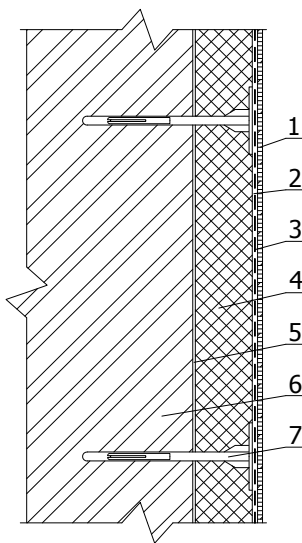


Рис. 5.17. Конструктивное решение легкой штукатурной системы:  
1 – декоративно-защитный слой; 2 – армированный слой;  
3 – армирующий материал; 4 – теплоизоляционный слой; 5 – клеевой слой;  
6 – утепляемая стена; 7 – дюбель-анкер для крепления плит утепления

*Технологический процесс по устройству легких штукатурных систем включает в себя следующие подготовительные операции:*

– установка строительных лесов;

– демонтаж с фасада всех элементов, ограничивающих доступ к утепляемым поверхностям стен;

– подготовка подосновы, включающая удаление с утепляемых поверхностей стен отслаивающихся слоев штукатурки, ремонт разрушенных участков кладки, выравнивание поверхности оштукатуриванием.

Подготовленные поверхности подосновы должны быть сданы с составлением акта на скрытые работы.

**Основной технологический процесс**, включает в себя следующие операции:

– приклеивание плитного утеплителя с установкой, при необходимости, опорных профилей;

– дополнительное крепление плитного утеплителя анкерными устройствами (при необходимости);

– устройство армированного слоя;

– устройство декоративно-защитного слоя.

*Приклеивание плит утеплителя* к подготовленному основанию следует начинать с нижнего ряда по маякам. Первый ряд плит устанавливают на цокольные планки. Маяки должны быть изготовлены из того же материала, что и плиты, и приклеены к основанию. Попадание клея в швы между плитами не допускается. Выдавленный во время приклеивания плиты клей, попавший на ее торцевые грани, следует удалить. Для проверки правильности примыкания приклеиваемой плиты к соседним (уже приклеенным) плитам, перед ее приклеиванием следует производить примерку плиты насухо. Ровность поверхности приклеенных плит следует проверять правилом длиной 2 м. Незначительные несовпадения стыков соседних плит и неровности должны быть выровнены специальными шлифовальными терками длиной от 400 до 500 мм. Падающую при выравнивании плит шлифовальную стружку и пыль следует тщательно удалить щеткой.

*Дополнительное крепление плит утеплителя к подоснове* выполняют при помощи анкерных устройств не ранее чем через 48 часов после завершения работ по наклейке плит. Для установки анкерного устройства следует прорезать утеплитель и высверлить отверстие в подоснове. Диаметр отверстия должен соответствовать наружному диаметру втулки дюбеля-анкера. Глубина отверстия должна быть как минимум на 15 мм больше требуемой глубины заделки дюбеля-анкера. Сверление отверстий следует выполнять с помощью

механизированного инструмента ударно-вращательного действия. Очистка отверстий от образующейся при сверлении пыли выполняется путем продувки сжатым воздухом. В просверленные отверстия устанавливаются дюбели-анкеры. Винтовые дюбели-анкеры ввинчиваются при помощи отвертки или гайковерта. В случае использования безвинтовых дюбелей-анкеров, их сердечник следует досылать до проектного положения при помощи специального пробойника.

*Для утепляемых наружных стен из легких и ячеистых бетонов, газосиликата, эффективного (целевого) кирпича запрещается при установке дюбелей-анкеров использовать ударный метод сверления отверстий, а рекомендуется применять безвинтовые (распорные) дюбели-анкеры. При необходимости использования ударного метода участки каменной кладки, примыкающей к отверстиям под дюбели-анкеры, следует усиливать закачкой мелкозернистого бетона с низким коэффициентом расширения при помощи шприц-насосов.*

Армированный слой выполняют из стеклосетки. Клеят ее по ровной и обеспыленной поверхности теплоизоляционных плит с использованием инструментов, изготовленных из инертных материалов (нержавеющая сталь, дерево, пластмасса, пенополистирол). Стеклосетку следует укладывать внутренней стороной рулона к стене, чтобы не допустить загибов ткани на краях полотнища. Перехлест полотнищ стеклосетки, как правило, должен быть не менее 100 мм во всех направлениях. При перехлесте полотнищ на углах зданий, стеклосетку следует заворачивать на плоскость соседней стены не менее чем на 100 мм (без учета толщины утеплителя). На откосах оконных и дверных проемов стеклосетку следует заводить с плоскости стены на всю ширину откоса. При необходимости допускается делать прорезы в армирующем материале (например, в местах крепления строительных лесов). Работы по устройству армированного слоя следует вести «сверху вниз», начиная от верха стены, участками, ширина которых равна ширине стеклосетки, в следующей последовательности:

– в верхней части стены гвоздями, шпильками или проволокой следует временно прикрепить к плитам утеплителя начало полотнища стеклосетки, смотанной в рулон;

– на поверхность плит на участке высотой около 1 м зубчатым шпателем из нержавеющей стали (с высотой зуба 6 мм) равномерно наносят слой клея.



Раскручивая рулон, стеклосетку следует постепенно утопить в клей теркой, изготовленной из нержавеющей стали. При этом стеклосетка должна быть равномерно растянута: наличие пузырей, морщин и складок не допускается. Сначала следует утопить в клей верх полотнища, затем «сверху вниз» следует утопить в клей середину полотнища (образуя букву «Т»), затем следует утопить в клей обе стороны полотнища от середины к краям. Стеклосетка должна быть полностью утоплена в клей. Для обеспечения перехлеста со следующей полосой стеклосетки с края, утопленного в клей полотнища на ширине не менее 100 мм, следует удалить клей.

Постепенно раскручивая рулон стеклосетки, работы следует продолжать в указанной последовательности в направлении «сверху вниз» на каждом ярусе лесов. При этом на каждом ярусе лесов должно находиться не менее трех рабочих. После укладки стеклосетки по всей высоте яруса, двое рабочих переходят на нижерасположенный ярус лесов, а один рабочий остается для полного завершения работ по устройству армированного слоя на вышерасположенном ярусе. Площадь поверхности приклеенных и незащищенных армированным слоем плит должна быть не более 100 м<sup>2</sup>.

*Нанесение декоративно-защитного слоя* рекомендуется выполнять механизированным способом не ранее чем через 24 часа после устройства армированного слоя. При устройстве декоративно-защитного слоя фасад следует разбить на захватки таким образом, чтобы на сплошных участках избежать стыков, образующихся при перерывах в работе. В пределах захватки работы следует вести непрерывно. Допускается соединять лишь «мокрые» фрагменты декоративно-защитного слоя.

**Тяжелые штукатурные системы** – это системы с подвижными (их еще называют маятниковыми) стальными элементами крепления теплоизоляции и штукатурным слоем 20–30 мм (рис. 5.18). При необходимости толщина штукатурного слоя может достигать и 50 мм. *Эффективной областью их применения является тепловая реабилитация наружных стен эксплуатируемых зданий и сооружений, как правило, кирпичных.*

*Конструктивное решение тяжелых штукатурных систем утепления имеют ряд характерных отличий от легких.* Плитный утеплитель закрепляется к утепляемой поверхности с помощью анкеров без клеевого слоя. Это позволяет уменьшить трудоемкость ручных

работ за счет снижения требований к ровности основания и его качеству. Кроме того, закрепление плитного утеплителя только с помощью анкеров позволяет обеспечить раздельную работу стены и теплоизоляционного слоя и компенсировать деформации, возникающие при изменении температурно-влажностного режима в защитно-декоративном покрытии. Тяжелые штукатурные системы утепления менее требовательны к плотности применяемого утеплителя, что позволяет применять утеплители из минеральной ваты или стекловолокнистый плитный утеплитель.

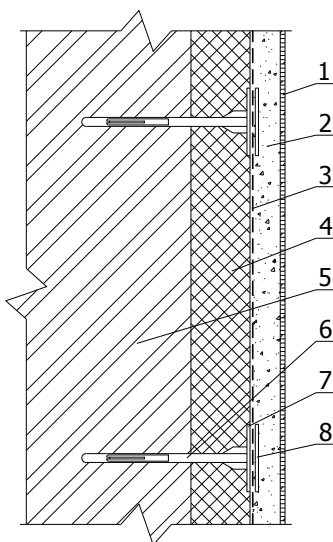


Рис. 5.18. Конструктивное решение тяжелой штукатурной системы:

- 1 – декоративно-защитный слой; 2 – армированный слой;
- 3 – армирующая сетка; 4 – теплоизоляционный слой; 5 – утепляемая стена;
- 6 – дюбель-анкер для крепления плит утепления;
- 7 – шайба для крепления плитного утеплителя;
- 8 – шайба для крепления армирующей сетки

*Технологический процесс по устройству тяжелых штукатурных систем включает в себя следующие **подготовительные операции**:*

- установка строительных лесов;
- демонтаж с фасада всех элементов, ограничивающих доступ к утепляемым поверхностям стен.

**Основной технологический процесс**, включает в себя следующие операции:

- установка плитного утеплителя и крепление его анкерными устройствами;
- крепление армирующего материала (металлической сетки);
- нанесение декоративно-защитного слоя.

*Установку плит* следует начинать с нижнего ряда. Первый ряд плит устанавливают на цокольные планки, просверливают насквозь и крепят анкерными устройствами с двумя шайбами. Первая шайба служит для крепления плитного утеплителя, а вторая – для крепления армирующего материала (металлической сетки). Отверстия, предназначенные для установки анкерных устройств, следует сверлить в стене через устанавливаемую плиту. Установку плит следует выполнять на захватке на всю высоту здания.

После завершения этой работы следует приступить к *креплению металлической сетки армированного слоя*. Армирующая сетка с размерами ячеек от 15 до 50 мм выполняется из оцинкованной проволоки диаметром от 1 до 3 мм и должна обладать прочностью на разрыв не менее 1000 Н, быть устойчивой против сдвига переплетенных нитей. Крепление сетки следует выполнять вторыми шайбами анкерных устройств. Сетки следует крепить вертикальными полосами «сверху вниз» от карниза здания. Ширина полосы зависит от ширины рулона. Нахлест полотнищ при применении при соединении сеток в любом направлении должен быть не менее 100 мм.

Армирование углов здания, оконных и дверных проемов следует производить следующим образом:

- на углах здания сетки должны быть заведены за угол не менее чем на 200 мм;
- на углах проемов сетки должны быть заведены на всю ширину откоса (перемычки, подоконника) и закреплены дюбелями или винтовыми анкерами.

*Штукатурный состав армированного слоя* следует наносить, как правило, механизированным способом, таким образом, чтобы он проник под закрепленные металлические сетки. Металлические сетки должны быть полностью покрыты штукатурным составом. Поверхность армированного слоя следует выравнять правилом.

*Нанесение декоративно-защитного слоя* производится за один или два раза после увлажнения поверхности предыдущего слоя.

Нанесенные армирующие и декоративно-защитные слои должны находиться во влажном состоянии от одного до трех дней, в зависимости от температуры и влажности наружного воздуха. При жаркой и сухой погоде их необходимо увлажнять. До нанесения верхнего слоя, не позднее чем через две недели после нанесения предыдущего, следует выполнить нарезку деформационных швов. Швы заполняют плотной грунтовочной клеевой лентой и эластичной уплотнительной мастикой для наружных работ, цвет которой подбирают по цвету декоративно-защитного слоя. Защитно-декоративное покрытие, которое помимо декоративных функций, дополнительно предохраняет теплоизоляционный слой от атмосферных воздействий. Разнообразие штукатурок и красок на различных основах и имеющие богатый цветовой диапазон позволяет получить различные фактуры фасадов, варьировать цветовые и декоративные решения в архитектуре зданий.

Из зарубежных тяжелых штукатурных систем наибольшей известностью пользуется система «Серпорок», монтируемая с применением материалов «Серпо» (финский концерн «Maxit»).

В этой технологии утепления слои наносятся друг на друга с помощью мокрых процессов, а несущие для системы функции выполняет арматурная сетка и анкера, при этом толщина слоев после утеплителя может достигать 50 мм. В данной технологии утепления плита не приклеивается к поверхности изолируемой стены, а крепится при помощи специальных дюбелей, являющихся одновременно связями. Это могут быть дюбель-анкера для систем с горизонтальными связями или специальные анкерные устройства в системах с наклонными связями. Особенность системы заключается в использовании металлической несущей сетки для защиты штукатурного слоя от линейных тепловых деформаций.

В тяжелых штукатурных системах для снижения температурных напряжений в слое штукатурки практикуется устраивать дополнительный (промежуточный между штукатуркой и стальной арматурой) эластичный слой. Возможен вариант, когда в состав штукатурного покрытия вводятся эластомеры, которые препятствуют образованию в нем трещин, несмотря на температурные деформации сетки. Как правило, толщина сетки и размеры ее ячеек подбираются производителями систем расчетным путем.

Устройство системы «Серпорок» избавляет от необходимости выравнять фасадную поверхность и привлекать высококвалифи-

цированных рабочих для монтажа. Это, по мнению разработчиков, и является неоспоримым преимуществом данной технологии утепления в сравнении с легкими штукатурными системами утепления.

**Вентилируемый фасад** предусматривает для утепления стен применение металлических конструктивных элементов, закрепляемых в стене: вертикальных направляющих; несущих телескопических кронштейнов; кляммеров рядовых и др. (рис. 5.19).

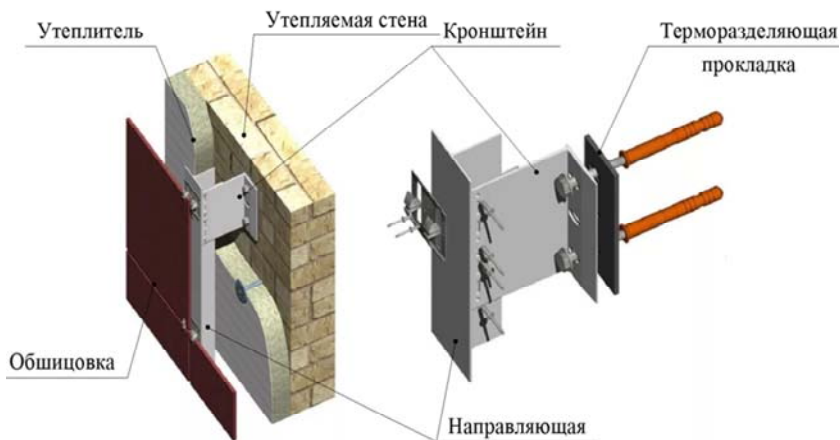


Рис. 5.19. Конструктивное решение вентилируемой системы утепления

В настоящее время в Республике Беларусь массово применяют конструкцию вентилируемого фасада «РУСЭКСП», разработанную компанией «Атлас Москва». В этой конструкции применяются телескопические кронштейны, позволяющие изменять длину кронштейна от 0 до 110 мм и вынести облицовку на 450 мм от утепляемой стены, что позволяет при утеплении фасадов зданий, в которых кирпичная кладка выполнена с существенными отклонениями от вертикали, обходиться одним типоразмером кронштейнов

Конструкция кронштейна позволяет менять угол его установки относительно вертикальной направляющей. Подвижность кляммера для крепления облицовочных плит относительно направляющей, не требует строго выдерживать расстояние между осями направляющих, что значительно снижает требования к точности установки кронштейнов и, соответственно, уменьшает затраты при монтаже.

*Технологический процесс по устройству вентилируемых систем утепления включает в себя следующие **подготовительные операции**:*

- установка строительных лесов;
- демонтаж с фасада всех элементов, ограничивающих доступ к утепляемым поверхностям стен.

***Основной технологический процесс** состоит из следующих операций:*

- разметка мест установки опорных столиков-кронштейнов;
- установка опорных элементов (кронштейнов) в проектное положение;
- закрепление плит теплоизоляции к поверхности стены;
- установка гидроветрозащитной мембраны и монтаж вертикальных направляющих;
- крепление облицовки к вертикальным направляющим.

Разметка мест установки опорных элементов (кронштейнов) выполняется с использованием оптических лазерных приборов. При выполнении разметки мест их установки на фасад несмываемой краской выносят точку крепления опорного элемента (центр отверстия под анкер).

*Опорные элементы (столики-кронштейны)* устанавливают в проектное положение и крепят к стене винтовыми анкерами с полной затяжкой или дюбелями МВРК-STB ( $L = 100$  мм). Сверление отверстий выполняют по разметке электродрелью или перфоратором. Диаметр отверстий должен соответствовать типу применяемого анкера, глубина отверстий должна превышать длину заделки анкера на величину от 10 до 15 мм. Для предотвращения появления «мостиков холода» под кронштейны устанавливают термоизолирующие прокладки. Установленные опорные элементы (кронштейны) должны быть сданы с составлением акта на скрытые работы. После установки опорных элементов (кронштейнов) следует приступать к установке плит.

*Плиты утеплителя крепятся к стеновому ограждению анкерами или опорным элементам. Не допускается образование зазоров между плитами. В случае необходимости следует выполнить пригонку плит друг к другу, подрезав грани плиты ножом. Допускается также заделывать зазоры шириной до 20 мм полосами из материала утеплителя. После установки теплоизоляционных плит приступают к монтажу вертикальных направляющих.*

*Монтаж вертикальных направляющих* ведется одновременно с креплением гидроветрозащитной мембраны к теплоизоляционным плитам. Крепятся вертикальные направляющие к кронштейнам нержавеющей нержавеющей заклепками. По завершению работ по монтажу вертикальных направляющих приступают к закреплению элементов облицовки фасада.

Для облицовки фасадов применяются плиты керамогранита, плиты из натурального камня, металлокакеты, кассеты из композитных материалов, металосайдинг и др. *Облицовка крепится* к вертикальным направляющим в соответствии с проектом. Вид крепления выбирается в зависимости от применяемой облицовки. Облицовка из плит керамогранита и натурального камня крепится с помощью рядовых кляммеров. Облицовка из металлокасет и кассет из АКП выполняется с помощью салазок, икля и других крепежных элементов.

Согласно информации компании «Атлас Москва», стоимость комплектующих (направляющие, кронштейны и их ответная часть, кляммеры, заклепки нержавеющей нержавеющей и др.) и облицовки металлокассетами для устройства 1 м<sup>2</sup> вентилируемого фасада «РУСЭКСП» составляет 28–30 у. е.

**Система утепления «Термический экран».** Этот способ рекомендуется применять для утепления стен эксплуатируемых кирпичных зданий, у которых отклонение поверхностей и углов кладки от вертикали существенно превышает 40 мм.

Основным несущим конструктивным элементом системы утепления стен «Термический экран» являются стеклопластиковые анкеры-кронштейны 4 с установочными шайбами-ограничителями 8, которые закрепляются в стене утепляемого здания и на которые навешивается плитный утеплитель 2 (рис. 5.20).

Соединение отдельных плит утеплителя между собой осуществляется с помощью штифтов диаметром 6–8 мм из стеклопластика. При проектировании стыка отдельных минераловатных плит в системе «Термический экран» *рекомендуется* соотношение между длиной штифта ( $l$ ) и его диаметром ( $d$ ) принимать:  $l/d = 4,0$ ; шаг расстановки штифтов не должен превышать  $10d$ ;

По завершении работ по навеске плитного утеплителя на анкеры по нему наносится декоративно-защитный слой. Технология его устройства аналогична описанной для легкой штукатурной системы. Конструктивно-технологическое решение «Термический экран»

позволяет осуществить модернизацию выполненной дополнительной теплозащиты наружных стен в случае пересмотра нормативных документов в сторону повышения их теплозащитных качеств.

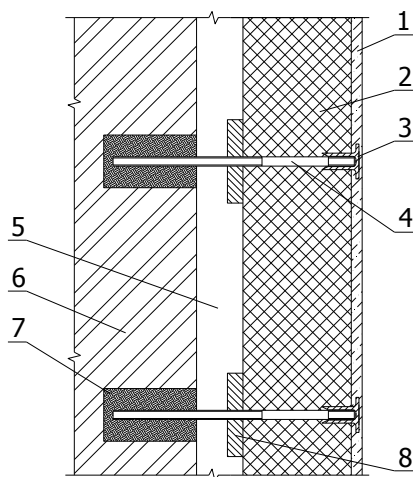


Рис. 5.20. Конструкция системы утепления стен «Термический экран»:  
 1 – наружная отделка фасада; 2 – теплоизоляционный слой из плитного утеплителя; 3 – полиэтиленовая втулка-заглушка;  
 4 – стеклопластиковый анкер-кронштейн; 5 – воздушная прослойка;  
 6 – утепляемая стена; 7 – цементно-песчаный раствор;  
 8 – установочная шайба-ограничитель

Наличие воздушной прослойки между плитным утеплителем и поверхностью утепляемой стены позволяет исключить из технологии производства работ трудоемкий процесс подготовки поверхности подосновы. Применение установочных шайб-ограничителей позволяет выполнять утепление стен с практически любым отклонением стен от вертикали, как по всей ее поверхности, так и на отдельных участках.

*Технологический процесс по устройству системы утепления «Термический экран» включает в себя следующие работы:*

***а) подготовительные:***

- установка строительных лесов;
- разметка мест установки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов в стенах;



– высверливание шпуров в стенах для установки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов с накрученными на них установочными шайбами-ограничителями;

– подача материалов на рабочее место.

**б) основные:**

– установка стеклопластиковых анкеров-кронштейнов с накрученными на них установочными шайбами-ограничителями на цементно-песчаный раствор;

– вывешивание поверхности утепляемой стены с помощью установочных шайб-ограничителей;

– плитного утеплителя;

– устройство армирующего слоя по минераловатным плитам;

– устройство декоративно-защитного слоя (оштукатуривание плитного утеплителя);

Для установки анкера-кронштейна в стене высверливают шпур. Диаметр отверстия шпура должен быть на 4–6 мм больше наружного диаметра анкера-кронштейна. Глубина шпура (заделка в стену) зависит от длины анкеров-кронштейнов и должна быть не менее 1/3 его длины. Сверление шпуров следует выполнять с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия.

*Закрепление анкеров-кронштейнов в кирпичной кладке* выполняется по завершении работ по сверлению шпуров, очистке отверстий от образующейся при сверлении пыли путем продувки сжатым воздухом.

Анкеры-кронштейны с накрученными на них установочными шайбами-ограничителями устанавливают в предварительно заполненные при помощи шприц-насоса цементно-песчаным раствором шпуров. До нагнетания в просверленное отверстие цементно-песчаного раствора необходимо выполнить смачивание стенок шпура водой.

Правильность установки анкеров-кронштейнов подлежит проверке и приемке с составлением акта на скрытые работы.

*Монтаж минераловатных плит.* К монтажу (в дальнейшем – навеске) плитного утеплителя на анкеры-кронштейны приступают после того, как прочность раствора в стыке «анкер-кронштейн – кирпичная кладка» составит не менее 75 % от проектной прочности раствора.

Навеске плитного утеплителя на анкеры-кронштейны предшествует операция по провешиванию вертикальности утепляемой поверхности стены. Эта операция осуществляется с использованием шайб-ограничителей.

Выведение шайб-ограничителей в проектное положение представляет собой провешивание вертикальности поверхностей утепляемых стен. На самый верхний, первый от угла здания утепляемой стены, анкер-кронштейн закрепляют на проволоке отвес и по нему выводят все шайбы-ограничители, находящиеся на этой вертикали. Аналогичным образом провешивают вертикальность стен (выводят шайбы-ограничители) на анкерах-кронштейнах, установленных на расстоянии 250–300 см между ними.

Для снижения трудоемкости дальнейшее провешивание стен ведется участками длиной до 300 см по туго натянутому шнуру, закрепленному к уже выведенным в проектное положение шайбам-ограничителям.

Навеска минераловатных плит на анкера-кронштейны выполняется в предварительно просверленные в них отверстия. Для обеспечения плотности соединения навешиваемых минераловатных плит с анкерами-кронштейнами диаметр просверливаемых отверстий рекомендуется принимать на 2–3 мм меньше диаметра анкеро-кронштейнов.

Малая масса волокнистых минераловатных плит позволяет выполнять их навеску вручную звеном в составе двух человек. Процесс навески плит включает следующие технологические операции. Два изолировщика берут плиту, совмещают просверленные в ней отверстия с установленными анкерами-кронштейнами и используя киянок навешивают ее, т. е. перемещают до соприкосновения с шайбами-ограничителями. Работы по навеске плит считаются законченными после того, как зафиксировано их проектное положение – зазоры между плитным утеплителем и шайбами-ограничителями отсутствуют.

В процессе производства работ ровность лицевой поверхности (фасада) навешенного плитного утеплителя проверяют правилом длиной 2 м. По завершению работ по закреплению теплоизоляционных плит на анкера-кронштейны приступают к устройству армирующего и декоративно-защитного слоев.

*Технология производства работ по устройству армирующего и декоративно-защитного слоев по минераловатным плитам аналогична изложенной при устройстве легкой штукатурной системы.*

## **6. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

### **6.1. Общие положения**

Как правило, в процессе реконструкции зданий и сооружений возникает необходимость усиления конструкций. Все строительные работы, которые необходимо выполнить при реконструкции объекта, разрабатываются в проектно-сметной документации.

Для разработки проекта реконструкции объекта (усиления конструкций) необходимы следующие материалы:

- рабочие чертежи существующих конструкций сооружений;
- инженерно-геологические и гидрогеологические условия площадки;
- соответствие фактического выполнения конструкций проектным решениям (обмерочные чертежи);
- результаты геодезической съемки;
- продолжительность и условия эксплуатации объекта;
- данные о физико-механических характеристиках бетона и арматуры (лабораторные испытания материалов)
- особенности технологического процесса в реконструируемом сооружении;
- заключение о техническом состоянии всех конструкций;
- данные о новых нагрузках.

### **6.2. Основные дефекты железобетонных конструкций.**

#### **Виды трещин, их влияние на эксплуатационные характеристики конструкций**

Основными дефектами железобетонных конструкций, влияющими на несущую способность, долговечность и эксплуатационные свойства, являются: трещины, превышающие допустимые величины; недопустимые прогибы и перемещения; раковины и сколы; отслоение защитного слоя; раздробление бетона в сжатых элементах и сжатых зонах; коррозия арматуры; коррозия бетона; обрывы стержней арматуры; потеря сцепления арматуры с бетоном; дефекты защитных покрытий; отклонения от проекта по габаритным размерам конструкций, опорным узлам сечениям арматуры и пр.

Как показывает практика, ширина раскрытия трещин является основным дефектом, влияющим на эксплуатационные характеристики конструкций.

**Трещины** классифицируются по времени их появления, в:

- доэксплуатационный период;
- эксплуатационный период.

*Трещины, появившимся в доэксплуатационный период:* усадочные трещины; трещины из-за большого гидратационного нагрева при твердении бетона в массиве; трещины технологического происхождения в сборных железобетонных элементах в процессе изготовления и др.

*Трещины, появившиеся в эксплуатационный период:* трещины в результате температурных деформаций; трещины от неравномерности осадок грунтового основания; трещины при силовых воздействиях растяжения.

Предельно допустимая ширина раскрытия трещин в условиях неагрессивной среды колеблется от 0,1–0,4 мм. Для 1-й категории трещиностойкости образование трещин вообще не допускается.

Трещины по их влиянию на несущую способность конструкций классифицируют так:

- создающие аварийное состояние конструкции;
- увеличивающие водопроницаемость бетона;
- снижающие долговечность конструкции;
- не вызывающие опасений в надежности конструкции.

Подтверждением того, что бетон практически не работает на растяжение, являются характерные трещины, появившиеся в эксплуатационный период в изгибаемых элементах (балках, фермах и др.): перпендикулярные продольной оси (растягивающие напряжения в зоне действия максимальных изгибающих моментов); наклонные к продольной оси трещины (растягивающие напряжения в зоне действия перерезывающих сил и изгибающих моментов).

*Нормальные трещины* имеют максимальную ширину раскрытия в крайних растянутых волокнах сечения элемента. *Наклонные трещины* начинают раскрываться в средней части боковых граней элемента – в зоне действия максимальных касательных напряжений, а затем развиваются в сторону растянутой грани.

Разрушение бетона сжатой зоны сечений изгибаемых элементов указывает на исчерпание несущей способности конструкции.

*Балки, армированные высокопрочной арматурой (стальными канатами), изготавливаются предварительно напряженными с повышенными требованиями по трещинообразованию. Поэтому появление в них широко раскрытых трещин всегда свидетельствует либо о серьезных технологических недоработках, либо о перегрузках.*

Картина трещинообразования в предварительно напряженной стропильной балке приведена на рис. 6.1.

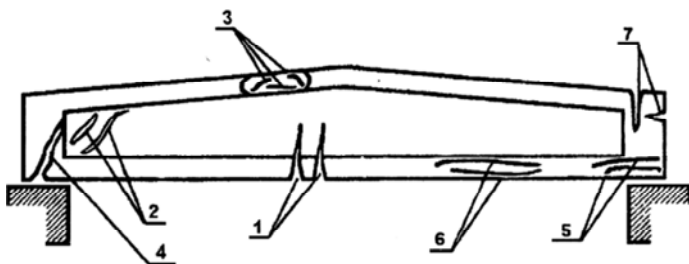


Рис. 6.1. Картина трещинообразования в предварительно напряженной стропильной балке

Причины возникновения трещин в предварительно напряженной стропильной балке следующие:

– **трещины 1** возникают вследствие малого предварительного напряжения арматуры, вследствие перегрузки балки по нормальному сечению;

– **трещины 3** – в результате перегрузки нормального сечения;

– **трещины 2** – вследствие перегрузки наклонных сечений балки;

– **трещины 4** – нарушение анкеровки преднапряженной арматуры;

– **трещины 5, 6** вызваны силовым воздействием при обжатии бетона напряженной арматурой; возникают вследствие низкой прочности бетона в момент обжатия;

– **трещины 7** – соединения закладных деталей смежных с балкой конструкций и закладных балки выполнено с нарушением проекта.

Появление продольных трещин вдоль арматуры (рис. 6.2) в сжатых элементах свидетельствует о разрушениях, связанных с потерей устойчивости (выпучиванием) продольной сжатой арматуры из-за недостаточного количества поперечной (косвенной) арматуры. Трещины вдоль арматуры железобетонных элементов могут быть вызваны и коррозионным разрушением арматуры, когда происходит нарушение сцепления продольной и поперечной арматуры с бетоном.

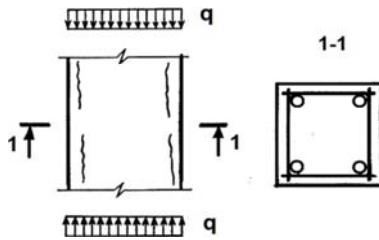


Рис. 6.2. Трещины вдоль продольной арматуры в сжатых элементах

*Картина трещинообразования в колоннах сплошного поперечного сечения* приведена на рис. 6.3.

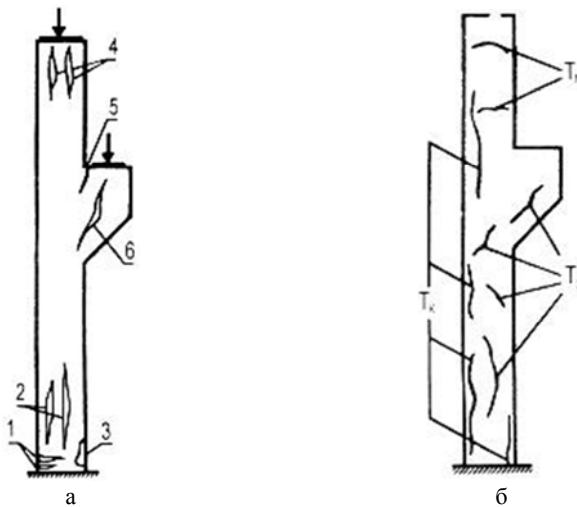


Рис. 6.3. Картина трещинообразования в колоннах сплошного поперечного сечения:

- a* – причины образования трещин от действия эксплуатационных нагрузок:
- 1 – перегрузка колонны, недостаточное количество рабочей продольной арматуры;
  - 2 – перегрузка колонны при малом эксцентриситете нагрузки, низкий класс бетона;
  - 3 – большой шаг поперечных арматурных стержней, потеря местной устойчивости сжатой продольной арматуры;
  - 4 – отсутствие косвенного армирования оголовка колонны, низкий класс бетона;
  - 5 – недостаточное количество продольной арматуры в консоли, перегрузка консоли;
- б* – недостаточное армирование консоли горизонтальными и наклонными стержнями, низкий класс бетон, перегрузка консоли;
- б* – причины образования трещин в доэксплуатационный период:
- $T_y$  – от усадки бетона;
  - $T_k$  – коррозии арматуры;
  - $T_m$  – монтажных нагрузок

*Картина трещинообразования в раскосной стропильной ферме сегментного очертания* представлена на рис. 6.4.

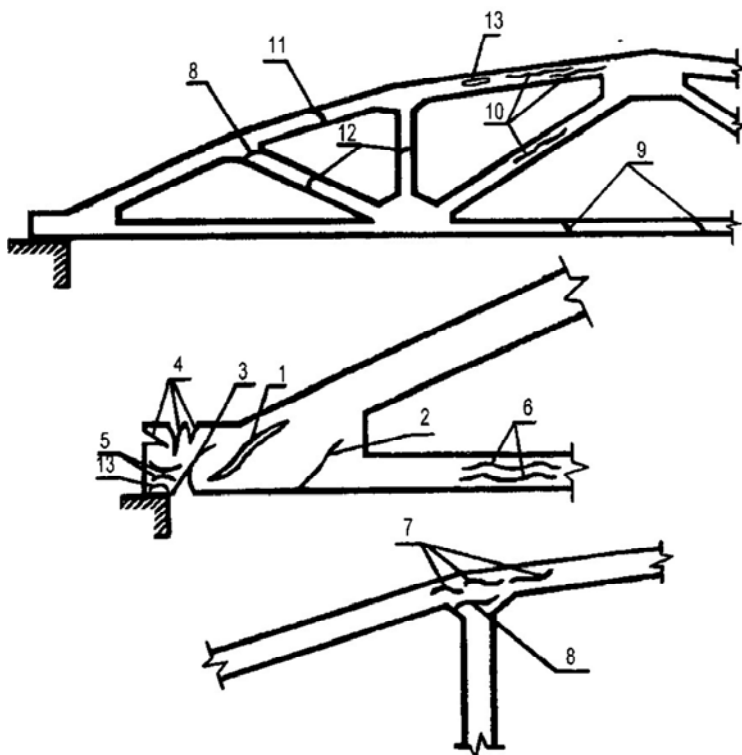


Рис. 6.4. Картина трещинообразования в раскосной стропильной ферме сегментного очертания

*Опорный узел фермы:* 1 – низкий класс бетона, недостаточно поперечной арматуры; 2 – недостаточное преднапряжение продольной арматуры, проскальзывание ее в зоне анкеровки, недостаточно поперечной арматуры; 3 – нарушение анкеровки преднапряженной арматуры, низкий класс бетона, недостаточная прочность бетона на момент обжатия; 4 – недостаточное косвенное армирование от усилий обжатия преднапряженной арматуры; 5 – смятие торцевой поверхности; 6 – отсутствие косвенного армирования (сетки, замкнутые хомуты) в зоне анкеровки преднапряженной арматуры, низкая прочность бетона на момент обжатия.

Верхний, нижний пояса фермы; раскосы и стойки: 7 – недостаточное косвенное армирование узла поперечными стержнями (сетками); 8 – недостаточное заанкеривание рабочей арматуры растянутого элемента в узле фермы, недостаточное косвенное армирование узла; 9 – недостаточное преднапряжение нижнего пояса, перегрузка фермы; 10 – низкий класс бетона, перегрузка фермы; 11 – изгиб из плоскости фермы при монтаже, перевозке, складировании; 12 – перегрузка фермы, смещение арматурного каркаса относительно продольной оси элемента; 13 – исчерпание прочности бетона на сжатие на отдельных участках конструкции.

Характер развития трещин от действия нагрузок на нижней растянутой поверхности плит перекрытия (покрытия) с различным соотношением сторон приведен на рис. 6.5.

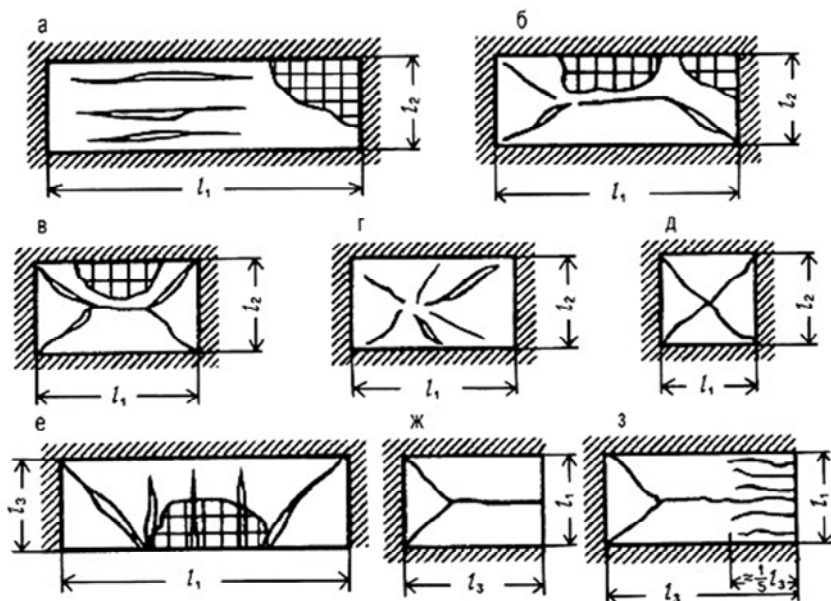


Рис. 6.5. Картина образования трещин на потолочной поверхности плит перекрытия (покрытия), нагруженных равномерно распределенной (а, б, в, д, е, ж, з) и сосредоточенной (з) нагрузками: а – работающих по балочной схеме при  $l_1/l_2 > 3$ ; б – опертых по контуру при  $2 < l_1/l_2 < 3$ ; в и г – то же при  $l_1/l_2 \leq 2$ ; д – то же при  $l_1/l_2 = 1$ ; е – опертых по трем сторонам при  $l_3/l_1 \ll 1,5$  (как правило,  $l_3/l_1 = 0,3-0,5$ ); ж – то же при  $l_3/l_1 < 1,5$ ; з – то же при  $l_3/l_1 > 1,5$



Перекрытия промышленных предприятий работают в сложных условиях, испытывая технологические перегрузки, ударные и вибрационные воздействия, разрушающее влияние технических масел и других агрессивных сред, что приводит к их быстрому износу и появлению трещин. Как видно из рис. 6.5, характер трещин, обусловленных силовым воздействием, зависит от статической схемы нагружения плиты перекрытия (вида и характера действующей нагрузки), способа армирования конструкции и соотношения пролетов. При этом трещины располагаются перпендикулярно главным растягивающим напряжениям.

Причинами недопустимого раскрытия *эксплуатационных трещин*, как правило, являются перегрузка плиты, недостаточное количество рабочей арматуры или неправильное ее размещение (сетка смещена к нейтральной оси). Если ширина раскрытия трещин превышает 0,3 мм, плиты усиливаются методом наращивания с дополнительным армированием. В местах приложения больших сосредоточенных сил усиливается зона, воспринимающая нагрузку, для чего используются различные распределительные устройства (стальные листы, балки, густоармированная набетонка и пр.).

*Усадочные трещины и трещины, вызванные коррозией арматуры*, достаточно легко отличить от трещин «силового» характера (рис. 6.6).

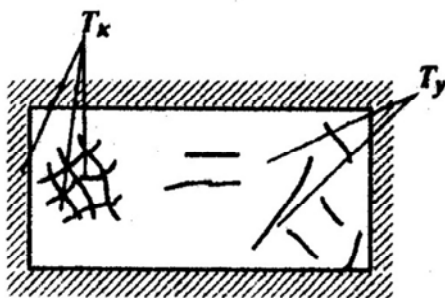


Рис. 6.6. Трещины на потолочной поверхности плиты перекрытия, образовавшиеся от усадки бетона и коррозии арматуры:  
 $T_k$  – трещины от коррозии;  $T_y$  – трещины усадки бетона

Усадочные трещины при ширине раскрытия до 0,1 мм не опасны и обычно устраняются оштукатуриванием поверхности.

Характер образования трещин от *эксплуатационной нагрузки ребристых панелей перекрытий* практически не отличается от ранее рассмотренных конструкций: балок и плит. Причиной появления технологических трещин в ребристых панелях перекрытий вдоль арматурных стержней является плохое сцепление уплотненной бетонной смеси при вибрировании.

*Технологические трещины* могут появиться от температурных деформаций при пропаривании конструкции. Причиной появления усадочных трещины является: жесткий режим тепловлажностной обработки; высокий расход вяжущего, большое водоцементное отношение.

Появление в *многопустотных панелях* трещин от *эксплуатационной нагрузки* имеет место при недостаточной прочности конструкции по нормальному сечению.

Панели перекрытий (покрытий) с *технологическими трещинами* шириной раскрытия более 0,2 мм ремонтируются или отбраковываются.

Появление трещин на опорных участках плит может быть вызвано замораживанием воды в пустотах. В связи с этим в пустоты поит, опирающиеся на наружные стены необходимо устанавливать термовкладыши.

### **6.3. Основные способы реконструкции (усиления) железобетонных конструкций**

На выбор технологи производства работ по реконструкции ж/б конструкций влияют следующие факторы:

- сроки производства работ по усилению конструкций и длительность остановки действующего производства;
- трудозатраты на усиление конструкций;
- надежность и долговечность эксплуатации усиленной конструкции.

На практике применяют два основных способа при производстве усиления конструкций:

- без разгрузки конструкции;
- с разгрузением конструкции.

Первое направление подразделяется на два метода усиления:

- с изменением расчетной схемы и напряженного состояния строительной конструкции;

– без изменения расчетной схемы и напряженного состояния конструкции.

При производстве работ по усилению с разгрузением конструкции условно выделяются следующие способы:

- усиление при полном разгрузении с последующим исключением конструкции из работы и ее заменой на новую;
- усиление при частичном разгрузении конструкции.

Наиболее часто применяются следующие способы усиления, которые условно объединены в три группы.

*Группа 1.* Усиление без разгрузки конструкции с изменением расчетной схемы и напряженного состояния (рис. 6.7):

- усиление предварительно-напряженными распорками, стойками, затяжками, обоями;
- установка шарнирно-стержневых систем, дополнительных жестких и упругих опор;
- установка предварительно-напряженных хомутов;
- дополнительная горизонтальная или шпренгельная предварительно-напряженная арматура (затяжка).

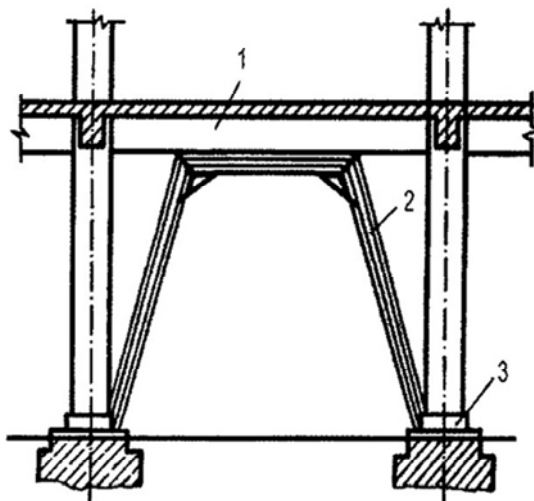


Рис. 6.7. Усиление с изменением конструктивной схемы (дополнительная жесткая опора – металлический портал):  
1 – усиливаемая конструкция; 2 – подведенный металлический портал;  
3 – сборный ж/б фундамент стаканного типа

*Группа 2.* Усиление без разгрузки конструкции и без изменения расчетной схемы и напряженного состояния:

– железобетонная рубашка, обойма, одно- и двухстороннее наращивание;

– торкретирование и набрызгивание бетона (как правило, с добавлением арматуры);

– местное усиление накладными хомутами, дополнительной поперечной арматурой и пр.;

– усиление с использованием усиливающих элементов, присоединяемых к основной конструкции на клею либо с помощью высокопрочных болтовых стяжек.

*Группа 3.* Усиление с частичным разгрузением конструкции (рис. 6.8, 6.9):

– устройство дополнительных балок;

– установка предварительно-напряженных разгружающих ферм и кронштейнов;

– установка разгружающих систем конструкций и др.

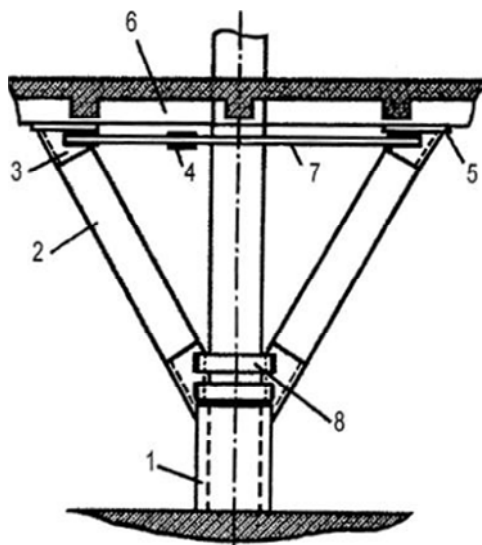


Рис. 6.8. Усиление с частичным разгрузением конструкции (дополнительная жесткая опора – сборные железобетонные подкосы):  
1 – обойма; 2 – подкосы; 3 – оголовник; 4 – натяжная муфта; 5 – подкладка; 6 – усиливаемый ригель; 7 – затяжка; 8 – планки

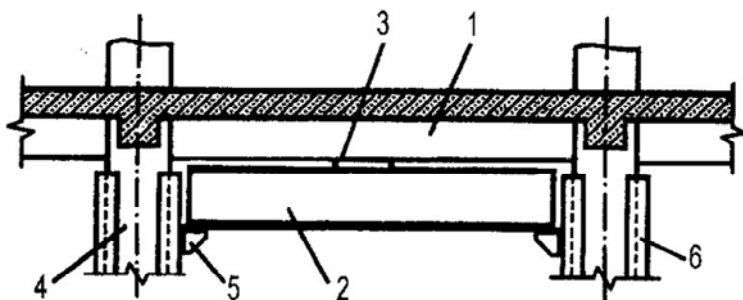


Рис. 6.9. Усиление с частичным разгрузением конструкции (дополнительной упругой опорой – балкой на кронштейнах):  
 1 – усиливаемая балка; 2 – усиливающая балка; 3 – подклинка;  
 4 – колонна; 5 – опорный кронштейн; 6 – металлическая обойма

#### 6.4. Требования к бетонным и арматурным работам

Основными требованиями к бетону, которые позволяют обеспечить совместную работу бетона, применяемого для усиления конструкции с бетоном усиливаемой конструкции, представлены ниже.

*Повышение сцепления существующего бетона с вновь укладываемым.* Для этого рекомендуется гладкие контактные поверхности подвергать пескоструйной обработке, насечке или обработке металлическими щетками. Непосредственно перед укладкой нового бетона поверхность существующего должна быть промыта струей холодной воды под давлением.

*Класс бетона применяемого для усиления* следует принимать на один класс выше, чем класс бетона усиливаемой конструкции, но не ниже С30/37 для наземных конструкций и не ниже С25/30 – для фундаментов. Для конструкций, работающих в агрессивной среде или имеющих повреждения от коррозии, класс бетона усиления должен приниматься по плотности или по стойкости соответствующим требованиям данной агрессивной среды. Раствор для защитных цементных штукатурок и бетон для заделки гнезд, борозд, отверстий следует принимать не ниже класса С30/37. Для усиления наращиваниями, рубашками и обоймами рекомендуется применять портландцемент марки не ниже М400; при необходимости быстрого схватывания и твердения рекомендуется тот же цемент, но с тепловой обработкой бетона по мягким режимам (с повышением темпе-

ратуры на 5–10 °С в час). Применение быстротвердеющих цементов и добавок ускорителей твердения допускается при подборе составов, обеспечивающих нормальную усадку (не большую, чем для обычных бетонов с естественным режимом твердения).

*Максимальную крупность заполнителя* для бетона усиления следует назначать с учетом следующих требований:

– при уплотнении бетонных смесей вибрированием – не более 20 мм (за исключением массивных элементов усиления);

– при обоямах толщиной 75–120 мм из литых суперпластифицированных бетонов – 5–10 мм;

– при нанесении смесей набрызгом – не более половины толщины бетонирования и не более 15 мм;

– при торкретировании – не более 8–10 мм в зависимости от паспортных данных цемент-пушки;

– при подливке мелкозернистым бетоном полостей высотой до 50 мм – не более 5 мм, высотой более 50–10 мм;

– в густоармированных обоямах (набетонках) крупность заполнителя не должна превышать 3/4 расстояния между арматурными стержнями.

*Модуль крупности песка* рекомендуется не ниже 2,2–2,5.

*Удобоукладываемость* бетонной смеси рекомендуется назначать в зависимости от толщины бетонлируемого элемента. При толщине бетонлируемого элемента:

– до 120 мм осадка конуса принимается не менее 6–8 см;

– при толщине элемента от 120 до 200 мм: от 2–3 см до 5–6 см;

– при толщине более 200 мм и при бетонировании вибробулавой осадка конуса принимается от 1 до 2–3 см.

При этом рекомендуется пользоваться пластификаторами. Для обоей из литых суперпластифицированных бетонных смесей осадка конуса должна составлять не менее 18 см. Для обоей, рубашек и гильз при усилении емкостных сооружений рекомендуется применять литой бетон с осадкой конуса 16–20 см.

При усилении в зимних условиях усиливаемые конструкции так же, как и бетон усиления, должны при бетонировании иметь температуру не менее 15 °С.

Для обеспечения надежной работы усиленной конструкции является обеспечение надежного соединения существующей и дополнительной арматуры. Как правило, соединение выполняется на сварке.

*Основные требования при выполнении сварки следующие.*

Соединения должны располагаться «вразбежку» (в шахматном порядке). При этом расстояние между соединительными деталями вдоль стержней арматуры не должно быть меньше 20 диаметров арматуры.

При отсутствии специальных указаний сварные соединения вновь устанавливаемой арматуры с существующей выполняются:

- в балках, ригелях от краев к середине пролета с размещением коротышей в шахматном порядке;
- в колоннах с жесткой арматурой от обоих концов к середине;
- в колоннах с гибкой арматурой: от одного конца к другому по всему контуру.

Для снижения деформаций в ригелях рам и балках, усиливаемых без разгрузки, дополнительная арматура приваривается к существующей с помощью коротышей симметрично с обеих сторон.

*При проектировании и выполнении сварных соединений арматуры следует руководствоваться следующими указаниями:*

– в случае приварки дополнительной арматуры к существующей, сварные швы высотой 4–6 мм в конструкциях, разгружаемых во время выполнения работ по усилению, допускается выполнять за один проход;

- швы высотой более 6 мм – за два прохода;
- при сварке без разгрузки, при отрицательной температуре, а также для конструкций, воспринимающих при эксплуатации динамические нагрузки, швы высотой менее 6 мм выполняются за два прохода, а при высоте большей или равной 6 мм – за три прохода.

В случае сварки листового металла или приварки к нему арматуры в конструкциях, разгружаемых на время усиления:

- швы высотой 8–9 мм выполняются за три прохода при их горизонтальном положении и за четыре прохода – при вертикальном и потолочном положении;
- швы высотой большей или равной 10 мм выполняются за четыре и пять проходов.

Сварка таких конструкций без разгрузки, при отрицательной температуре, а также для конструкций, воспринимающих при эксплуатации динамические нагрузки, швы высотой 8–9 мм выполняются за четыре прохода, а швы высотой более 10 мм – за пять проходов.

При сварке стержней арматуры диаметром до 25 мм многослойными швами диаметр электрода принимается равным 5 мм, более

25 мм – 4 мм. Режимы многослойной сварки следует назначать по паспортным данным электродов. Швы сварных соединений стержней классов S240 и S400 с коротышками следует выполнять без перерывов вертикально снизу вверх.

При необходимости приварки коротышей, соединительных скоб существующая арматура вскрывается в местах их установки не менее чем на половину своего диаметра участками, превышающими длину соединительных деталей на 10–15 мм. При защите напрягаемой арматуры от коррозии обетонированием толщина защитного слоя бетона должна быть не менее 20 мм. Анкеры должны быть защищены слоем раствора толщиной не менее 5 мм или бетона не менее 10 мм.

### **6.5. Технология реконструкции слабopоврежденных железобетонных конструкций**

Основными мероприятиями по восстановлению слабopоврежденных конструкций являются:

- заделка трещин в бетонных и железобетонных конструкциях;
- восстановление разрушенного защитного слоя бетона;
- усиление поврежденных опорных частей балок, работающих на восприятие поперечной нагрузки.

Трещины в бетонных и железобетонных конструкциях заделываются цементнопесчаным раствором или синтетическим материалом. При ширине трещин более 0,3 мм и глубине не более 50 мм трещины заделывают раствором на расширяющемся цементе с водоцементным отношением В/Ц = 0,6–2 или синтетической смолой, которые нагнетаются растворомасосом в трещину с помощью поверхностного иньектора. Предварительной обработки в виде заделки трещин, сверления скважин и т. п. в этом случае не требуется. Необходимо перед нагнетанием раствора закрыть трещину по лицевой поверхности конструкции, оставив промежутки 20–30 см с шагом 0,5–1,5 м незаделанной поверхности. Трещину «закрывают» лентой либо клеом или бетоном (рис. 6.10).

*При ширине раскрытия трещин менее 0,3 мм или более 0,3 мм, но глубиной более 50 мм, поверхностные иньекторы неприменимы. Если ширина трещины менее 0,3 мм, то раствор нагнетается в трещину под давлением 490–1960 кг/см<sup>2</sup> через иньекционные трубки в специально просверливаемых в конструкции скважинах. Верх*



трещины у поверхности конструкции «расширяется», для чего вдоль всей трещины распиливается расширяющийся вовнутрь конструкции паз, заполняемый цементно-песчаным раствором (1:1) (рис. 6.11).

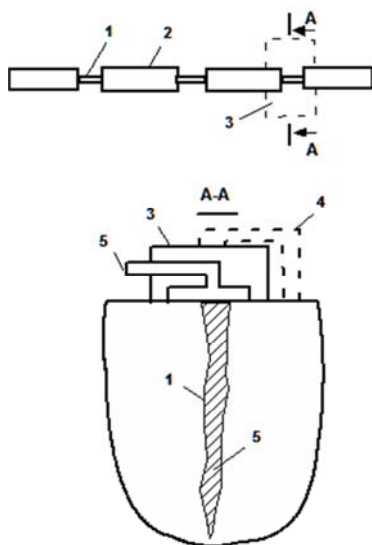


Рис. 6.10. Заделка трещин нагнетанием цементно-песчаного раствора, синтетической смолы (ширина трещин не более 0,3 мм, глубина до 50 мм):  
 1 – трещина в конструкции; 2 – ширина трещины, заделываемой бетоном, клеем или лентой; 3 – иньектор поверхностного типа;  
 4 – крепление иньектора (струбины, болты и др.); 5 – нагнетаемый раствор

При трещинах шириной более 0,3 мм и глубиной более 50 мм раствор на расширяющемся цементе нагнетается в трещину через напорные иньекционные скважины, располагаемые по длине трещины с шагом 1–1,5 м. При этом поверхность трещины между скважинами закрывается (заделывается) аналогично тому, как делается в случае трещин глубиной до 50 мм. Разрушенный по периметру сечения в изгибаемых конструкциях бетон следует обрубать вертикально, в сжатых конструкциях – горизонтально.

Для улучшения сцепления с вновь укладываемым бетоном поверхность конструкций должна быть подвержена механической обработке, при малых объемах работ при помощи ручного, электрического и пневматического инструментов; при больших объемах ра-

бот – гидроабразивным способом с использованием оборудования для набрызга бетона пескоструйным и термоструйным способами.

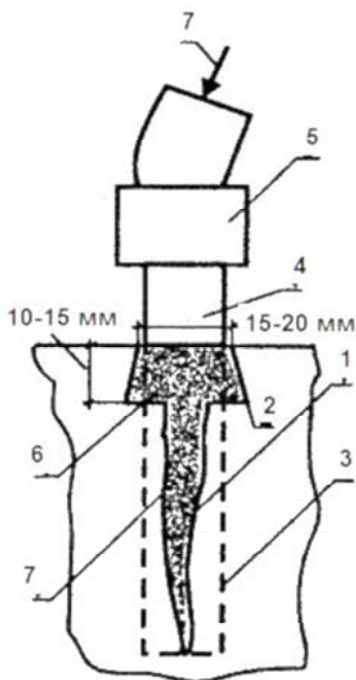


Рис. 6.11. Нагнетание цементно-песчаного раствора при ширине раскрытия трещин менее 0,3 мм:

- 1 – трещина в конструкции; 2 – «расшитая» трещина;
- 3 – просверленное отверстие для постановки и заделки инъекционной трубки;
- 4 – инъекционная трубка; 5 – штуцер с гайкой для подключения шланга к инъекционной трубке; 6 – цементно-песчаный раствор;
- 7 – раствор с  $W/C = 0,7-2$  на расширяющемся цементе

Поверхность конструкции расчищается на глубину, где бетон имеет водородный показатель  $pH \geq 12$ , затем необходимо очистить рабочую арматуру от продуктов коррозии зубилом, стальными щетками, скребками или при помощи пескоструйного аппарата.

При восстановлении защитного слоя оштукатуриванием очищенная арматура покрывается слоем казеинового клея с замедлителем коррозии. После оштукатуривания при отсутствии покрытия арматуры

казеиновым клеем поверхность штукатурки покрывается лакокрасочным покрытием в соответствии со степенью агрессивности среды.

При обетонировании конструкции цементный бетон должен иметь прочность не ниже прочности конструкции. Перед обетонированием расчищенная поверхность конструкции увлажняется и может быть покрыта слоем цементно-песчаного раствора состава 1:2. Наносимый обетонированием или торкретированием восстанавливаемый защитный слой в последнем случае должен быть уложен через 90 минут после нанесения слоя цементно-песчаного раствора. В случае коррозии арматуры для компенсации прокорродировавшей ее части применяют накладки из арматурной стали, привариваемые к рабочей арматуре (рис. 6.12).

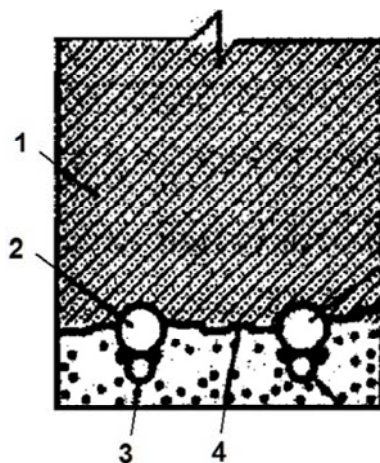


Рис. 6.12. Обетонирование цементным бетоном:  
1 – восстанавливаемая конструкция; 2 – арматура;  
3 – накладка; 4 – расчищенная поверхность

При восстановлении защитного слоя бетона торкретированием плотным цементно-песчаным раствором (рис. 6.13) к рабочей арматуре конструкции приваривается арматурная сетка из проволоки диаметром 2–3 мм и ячейкой ~ 50×50 мм. Цементно-песчаный раствор применяют состава 1:1–1:1,5 на портландцементе марки 400–500 или аналогичном по марке глиноземистом цементе при его расходе не менее 400 кг/м<sup>3</sup>.

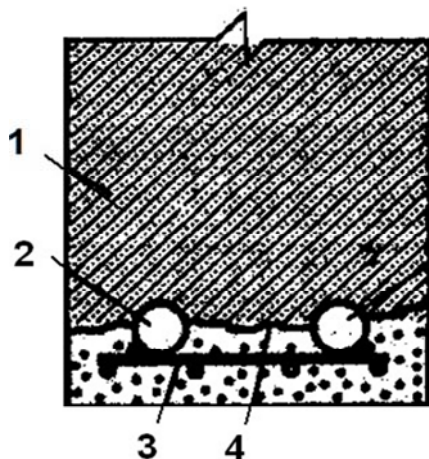


Рис. 6.13. Торкретирование плотным цементно-песчаным раствором:  
 1 – восстанавливаемая конструкция; 2 – рабочая арматура  
 восстанавливаемой конструкции; 3 – расширенная поверхность  
 конструкции до бетона с  $R_N \geq 12$ ; 4 – арматурная сетка из проволоки

### 6.6. Технология реконструкции опорных частей изгибаемых железобетонных конструкций

Восстановление несущей способности изгибаемых элементов *при разрушении их опорных частей* производится за счет увеличения сечения поперечной и наклонной арматуры.

Эффективным по трудоемкости способом является *усиление накладными стальными хомутами* (рис. 6.14, 6.15).

*Рекомендуется следующая технология производства работ.* Для устройства хомутов предварительно пробиваются отверстия в перекрытии с обеих сторон балки. Затем снизу балки в пробитые отверстия заводятся хомуты. На концах хомутов нарезана резьба для установки гаек. На нижние грани балки под хомуты устанавливаются прокладки из уголков. После установки хомутов на них сверху балки укладывают подкладки из полосовой стали. После этого выполняется их крепление с помощью гаек. При притягивании хомутов гайки должны закручиваться одновременно на двух концах.

Аналогично производится усиление опорных частей балок установкой наклонных хомутов (рис. 6.16).

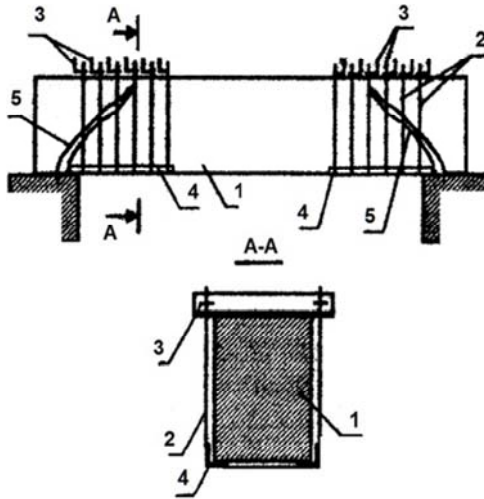


Рис. 6.14. Установка поперечных хомутов:  
 1 – усиливаемая балка; 2 – хомуты с гайками;  
 3 – поперечные уголки; 4 – продольные уголки; 5 – трещины в балке

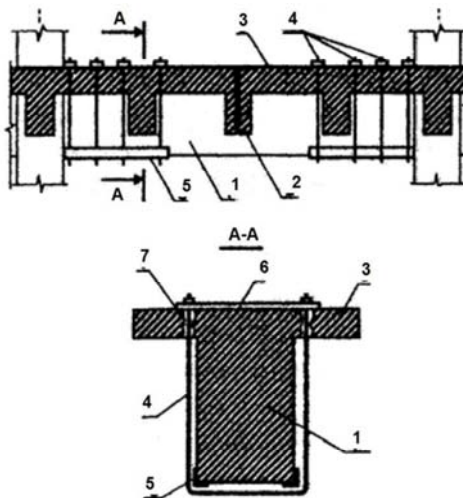


Рис. 6.15. Установка стяжных хомутов на опорах:  
 1 – усиливаемая главная балка; 2 – второстепенные балки; 3 – плита;  
 4 – металлические стяжные хомуты с гайками; 5 – подкладка из уголка;  
 6 – прокладка-шайба; 7 – отверстия, просверленные в плите для пропуска хомутов

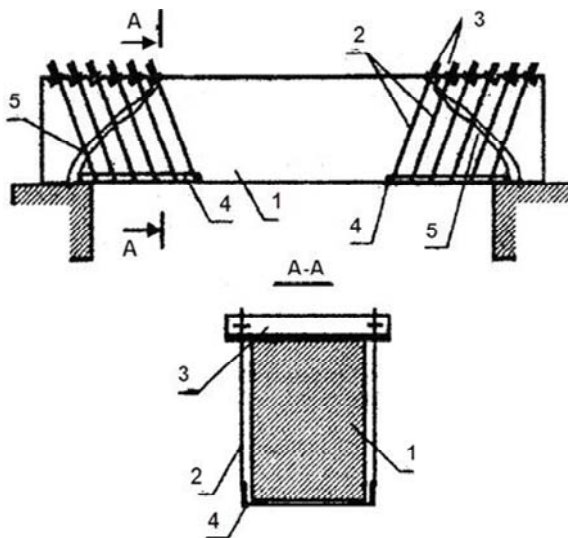


Рис. 6.16. Установка наклонных хомутов:

- 1 – усиливаемая балка; 2 – наклонные хомуты с гайками;  
3 – поперечные уголки; 4 – продольные уголки; 5 – трещины в балке

Единственное отличие состоит в том, чтобы исключить проскальзывание поперечных уголков вдоль балки выполняются канавки или на поверхности балки, устанавливаются конструктивные металлические элементы.

Более эффективным технологическим решением является **усиление предварительно напряженными хомутами**, так как предварительное напряжение увеличивает нагрузку, воспринимаемую элементами усиления (рис. 6.17).

Конструкция предварительно напряженных хомутов состоит из верхних крепежных уголков (в ребристых перекрытиях, подвешиваемых к плите перекрытия на болтах); нижних крепежных уголков, соединенных планками на сварке; четного количества хомутов и стяжных болтов с шайбами-захватами. После приварки хомутов снизу и сверху предварительное напряжение в них создается взаимным стягиванием двух стержней стяжными болтами. Стягивание стержней необходимо производить одновременно с обеих сторон усиливаемой балки, чтобы избежать кручения последней. По окончании натяжения гайки на болтах рекомендуется заварить.

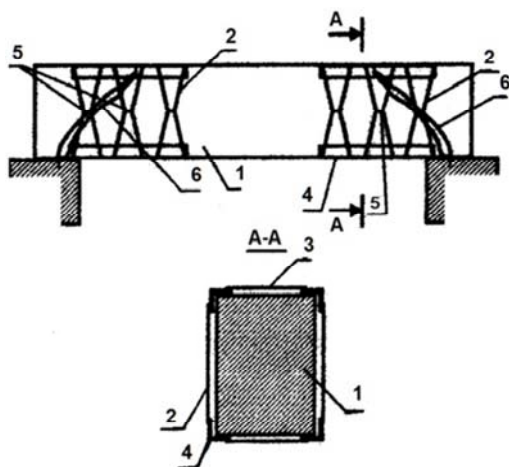


Рис. 6.17. Установка стяжных предварительно напряженных хомутов:  
 1 – усиливаемая балка; 2 – поперечные стержни; 3 – соединительные планки;  
 4 – продольные уголки; 5 – стяжные хомуты; 6 – трещины в балке

Усиление опорных частей железобетонных конструкций возможно *приваркой дополнительных наклонных арматурных стержней* (рис. 6.18).

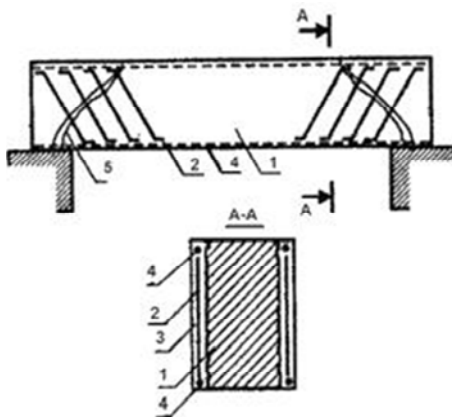


Рис. 6.18. Приварка дополнительных наклонных стержней:  
 1 – усиливаемая балка; 2 – наклонные стержни, укладываемые  
 в вырубленные борозды и привариваемые к продольной арматуре балок;  
 3 – цементно-песчаный раствор; 4 – продольная арматура; 5 – трещины в балке

Этот способ позволяет получить усиление без ухудшения вида балки. Однако при этом способе усиления необходимо предварительно вырубать в боковых гранях балок «борозды» для установки дополнительных наклонных стержней, которые привариваются к рабочей арматуре балки. Указанные мероприятия нужно проводить при разгрузке усиливаемой конструкции, так как в процессе работ по установке дополнительных стержней мы ослабляем опорную часть балки, разрушая бетон. Это существенно осложняют работы по усилению.

Известны и другие способы усиления наклонных сечений:

– установка арматурных стержней на клею в пазы в бетоне, прорезанные фрезой;

– наклейка листового металла на боковые грани в местах недостаточной несущей способности.

### 6.7. Усиление конструкций с применением обетонирования

Усиление сборных и монолитных железобетонных конструкций обетонированием производится устройством *железобетонных обойм, трехсторонних рубашек и односторонних набетонок с установкой дополнительной арматуры.*

Толщина обойм и набетонок назначается из условий укладки и уплотнения бетонной смеси и принимается согласно табл. 6.1.

Таблица 6.1

Минимальная толщина обойм и набетонок при усилении обетонированием, см

Усиливаемый элемент	Способы устройства обоймы набетонки		
	вибрированием в опалубке	торкретированием	
Колонна	8	5	
Боковые стенки балок	6	3	
Нижние пояса балок, ферм	15	5	
Стенки резервуаров, силосов	8	3,5	
Плиты перекрытий при устройстве набетонки:			
	сверху;	3,5	–
	снизу	6	3,5



**Железобетонные обоймы** используются для значительного увеличения или восстановления несущей способности колонн, стоек рам, сжатых элементов ферм, а также при усилении изгибаемых элементов – сборных и монолитных балок, ригелей. Их характерная особенность – охват конструкции со всех сторон (рис. 6.19).

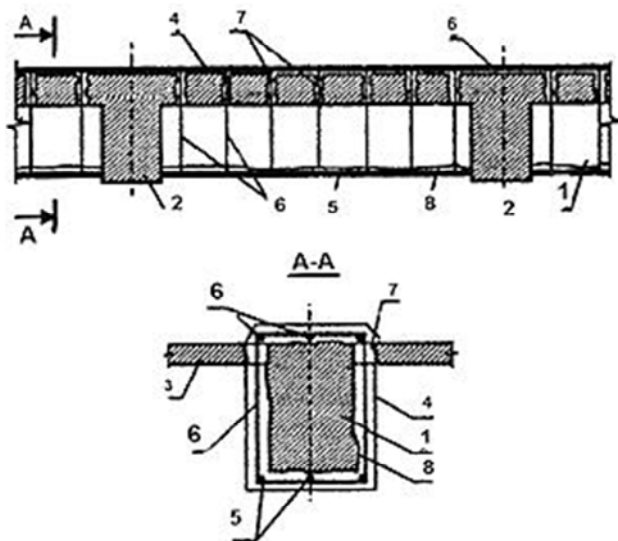


Рис. 6.19. Устройство железобетонной обоймы:

- 1 – усиливаемые второстепенные балки; 2 – главные балки; 3 – плита;
- 4 – железобетонная обойма; 5 – продольная арматура обоймы;
- 6 – хомуты обоймы; 7 – отверстия в плите для пропуска хомутов и укладки бетона; 8 – поверхность балок, подготовленная к бетонированию (зачистка, насечка)

Наиболее широкое применение обойм рекомендуется для усиления колонн, поскольку в этом случае достигается наибольшая эффективность этого конструктивного решения. Для усиления колонн используется несколько типов обойм, которые различаются конструктивными особенностями, материалами, производством работ и эффективностью усиления.

Одним из типов железобетонных обойм являются **обоймы с обычной продольной и поперечной арматурой** (рис. 6.20, а) без связи арматуры обоймы с арматурой усиливаемой колонны. Перед бето-

нированием обоймы необходимо произвести подготовку поверхности усиливаемой конструкции насечкой бетона и промывкой его струей воды. Толщина обоймы колонны зависит от степени усиления и обычно не превышает 300 мм. Площадь продольной арматуры обоймы определяется расчетом, но ее диаметр должен быть не менее 16 мм для сжатых и 12 мм для растянутых стержней. Поперечная вязаная арматура принимается диаметром не менее 6 мм, а сварная – 8 мм и устанавливается с шагом 15 диаметров продольной, но не более трехкратной толщины обоймы и не более 200 мм.

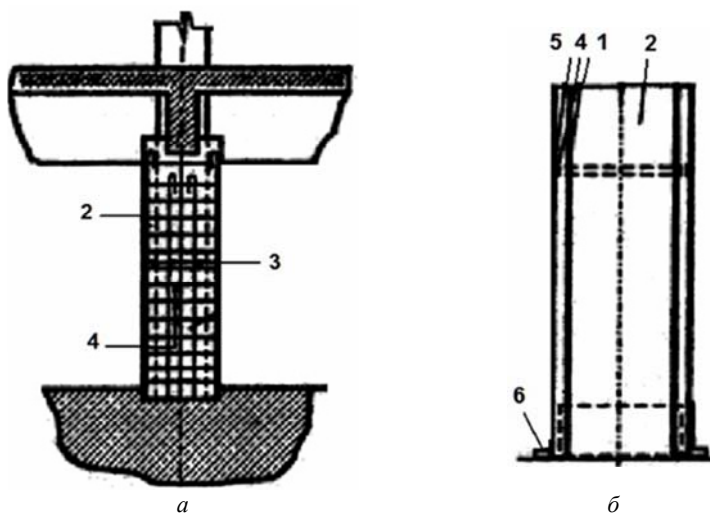


Рис. 6.20. Усиление колонны железобетонной обоймой:

*a* – с обычной продольной и поперечной арматурой;

*б* – с жесткой наружной арматурой из уголков;

1 – усиливаемая колонна; 2 – обойма; 3 – продольная арматура обоймы;

4 – поперечная арматура обоймы; 5 – жесткая продольная арматура обоймы;

6 – опорные уголки жесткой обоймы

В местах возможной концентрации напряжений шаг хомутов должен быть уменьшен вдвое.

При устройстве местной обоймы на поврежденном участке она должна выходить за его пределы на длину не менее 5 толщин обоймы, не менее длины анкеровки арматуры, не менее 2 ширины большей грани колонны и не менее 400 мм. Для улучшения сцепления

нового бетона со старым рекомендуется на поверхности старого бетона на участке местной обоймы выполнять адгезионную обливку из полимерных материалов.

Разновидностью железобетонных обойм колонн являются *обоймы с устанавливаемой вдоль их граней жесткой наружной арматурой из уголков*, которая у концов усиливаемых колонн приваривается к горизонтальным опорным уголкам (рис. 6.20, б).

**Усиление изгибаемых элементов (ригелей, балок и т. п.) обоймами** производится, если необходимо выполнить локальное (местное) усиление конструкции.

Минимальная толщина железобетонных обойм изгибаемых элементов принимается в зависимости от защитного слоя и диаметра продольной и поперечной арматуры и не превышает 100 мм.

На практике, как правило, усиление изгибаемого элемента выполняется обоймой в составе монолитного ребристого перекрытия. В этом случае в ребристом перекрытии пробиваются отверстия для пропуска хомутов и подачи бетонной смеси. При усилении перекрытия в целом бетонирование обойм для балок и набетонка плиты сверху производятся одновременно (рис. 6.21).

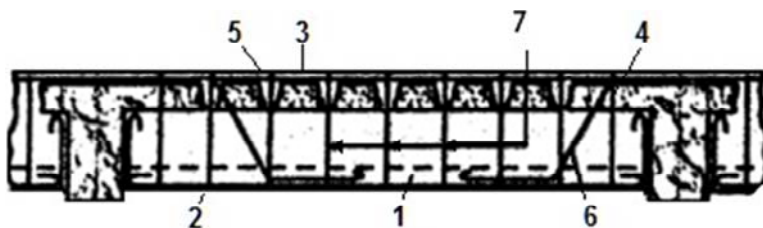


Рис. 6.21. Усиление монолитной балки железобетонной обоймой:

- 1 – усиливаемая балка; 2 – обойма; 3 – плита;
- 4 – отверстия в плите для пропуска хомутов и подачи бетона;
- 5 – монтажная арматура обоймы; 6 – наклонные стержни обоймы;
- 7 – хомуты обоймы

Усиление верхнего пояса стропильной балки производится устройством железобетонной обоймы, включающей в совместную работу с верхним поясом балки ребра плиты покрытия и, следовательно, всего покрытия.

## 6.8. Усиление конструкций рубашками и наращиваниями

**Конструктивное решение рубашка** это – не замкнутая с одной стороны обетонка. Рубашки рекомендуется применять в тех же случаях, что и обоймы, но когда по каким-либо причинам нет возможности охватить усиливаемый элемент по периметру (колонна, прилегающая одной стороной к стене и др.).

Рубашки часто применяются при усилении монолитных балок ребристых перекрытий.

При применении для армирования рубашек отдельных стержней они с помощью скоб привариваются к существующей арматуре.

Особое внимание необходимо уделять анкеровке поперечной арматуры по концам поперечного сечения рубашек.

*При усилении колонн* хомуты должны привариваться к арматуре усиливаемой колонны.

*При усилении монолитных балок ребристых перекрытий* хомуты выводятся через плиту и заанкериваются с помощью продольных арматурных стержней.

Технологические операции, выполняемые при усилении монолитной балки железобетонной рубашкой, приведены на рис. 6.22.

При усилении изгибаемых элементов рекомендуется *применять бетоны более пластичной консистенции*, чем при усилении колонн.

Рубашки, устанавливаемые на поврежденных участках усиливаемых элементов, должны быть:

- не менее длины анкеровки продольной арматуры рубашки;
- не менее пяти толщин стенок рубашки;
- не менее ширины грани или диаметра усиливаемого элемента;
- не менее 500 мм.

При армировании рубашек рекомендуется не применять арматуру диаметром менее 3 мм для продольных стержней и сварных хомутов и 6 мм – для вязаных хомутов.

**Усиление наращиванием** заключается в том, что поперечное сечение усиливаемой конструкции увеличивается по высоте или ширине. Этот способ усиления позволяет повысить несущую способность конструкций, воспринимающих касательные напряжения в плоскости контакта «старого» и «нового» бетона. Достигается это за счет дополнительной арматуры, привариваемой к арматуре усиливаемой конструкции. Для этого в местах приварки дополнительной

арматуры предварительно выполняется скалывание защитного слоя бетона. Это конструктивное решение применяется для усиления любых железобетонных конструкций, как монолитных, так и сборных.

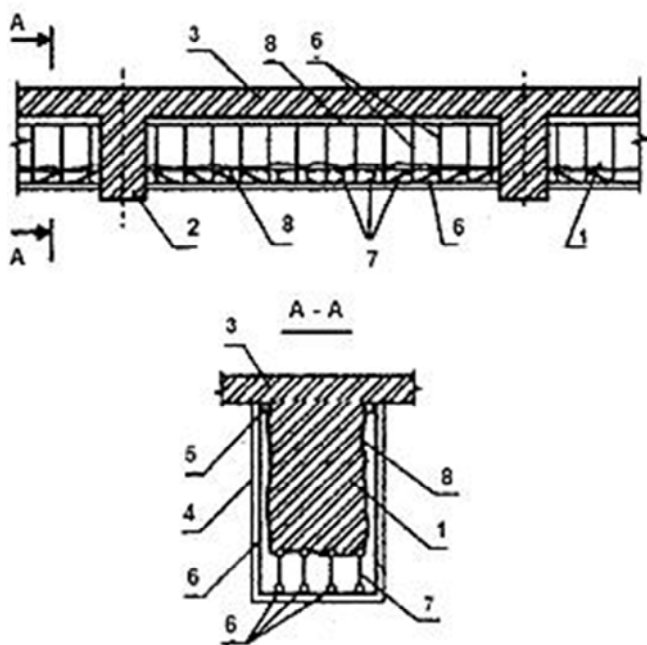


Рис. 6.22. Устройство железобетонной рубашки усиления балки без вывода хомутов через плиту перекрытия:  
 1 – усиливаемые второстепенные балки; 2 – главные балки; 3 – плита;  
 4 – железобетонная рубашка; 5 – продольная арматура рубашки;  
 6 – хомуты рубашки; 7 – арматурные коротыши-отгибы, привариваемые к оголенной арматуре балок и арматуре рубашки;  
 8 – обработанная поверхность балок

При наращивании рекомендуется применение арматурных стержней диаметром менее 10 мм.

При незначительном увеличении нагрузки при реконструкции объекта для увеличения несущей способности усиливаемых элементов наращиванием достаточно лишь увеличить количество основной продольной арматуры. Для этого рекомендуется сколоть защитный слой бетона (не менее чем на 0,5 диаметра арматуры) и посредством параллельной приварки через коротыши из арматуры

диаметром от 10 до 40 мм и длиной от 50 до 200 мм соединить дополнительную арматуру с существующей.

В растянутых зонах усиливаемых элементов коротыши размещаются на расстоянии 100–200 мм, в сжатых зонах – на расстояниях не более 500 мм и не более  $20d$  продольной арматуры усиления. После завершения проведения сварочных работ разрушенный защитный слой бетона восстанавливают – наносится новый слой в виде цементной штукатурки или торкретированием. В этих случаях сечение усиливаемого элемента увеличивается незначительно в пределах от 20 до 80 мм.

Аналогично выполняется **усиление сборных ребристых плит покрытия**, при котором наращиваются продольные ребра плиты с целью установки дополнительной растянутой арматуры. В случаях значительного наращивания сечения рекомендуется применять специально приваренные вертикальные и наклонные соединительные элементы. После проведения сварочных работ производится подготовка поверхности и бетонирование наращиваемого сечения, которое принципиально не отличается от подобных работ при устройстве обойм и рубашек.

При значительном увеличении нагрузок на плиты перекрытия (покрытия) эффективным способом увеличения несущей способности конструкции является конструктивное решение **наращивания сверху в виде ребристой плиты**.

Перечень технологических операций и необходимые строительные материалы, необходимые для выполнения реконструкции плиты перекрытия, приведены на рис. 6.23.

Для обеспечения сцепления поверхностей «старого» и «нового» бетона необходимо предусматривать специальные конструктивные решения для обеспечения их совместности работы. Это может быть сварное соединение арматуры усиления и рабочей арматуры усиливаемых конструкций, аналогичное рассмотренному при наращивании «снизу». Кроме этого, могут быть предложены специальные способы:

- устройство железобетонных шпонок (рис. 6.24);
- усиление пустотных плит с бетонированием некоторых пустот с установкой в них арматурного каркаса (рис. 6.25);
- полное оголение арматуры сжатой зоны конструкции с последующим одновременным замоноличиванием ее и конструкции наращивания.

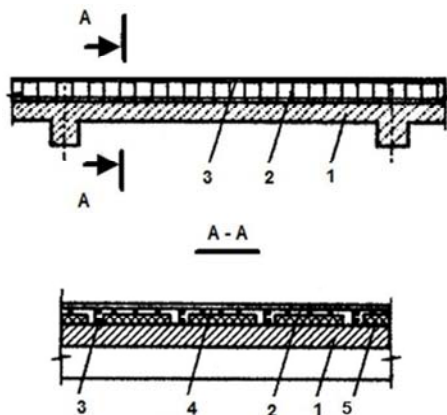


Рис. 6.23. Нарращивание сверху ребристой плиты:

- 1 – усиливаемая плита; 2 – монолитная ребристая плита наращивания;  
 3 – арматурные каркасы наращивания; 4 – арматурные сетки наращивания;  
 5 – пустотообразователь (пенопласт, пенополистирол и др.)

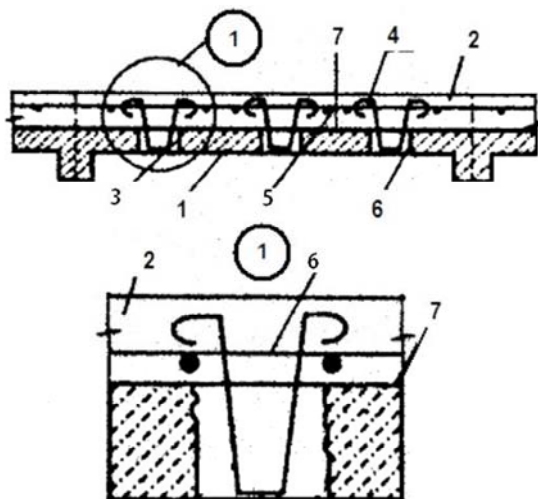


Рис. 6.24. Нарращивание сверху с устройством железобетонных шпонок:

- 1 – усиливаемая плита; 2 – наращивание сверху; 3 – железобетонные шпонки;  
 4 – гнутые изделия из арматуры класса А-1; 5 – арматурная сетка наращивания;  
 6 – отверстия в усиливаемой плите 100×100 мм через 500–700 мм  
 в шахматном порядке; 7 – поверхность усиливаемой плиты,  
 подготовленная к бетонированию (зачистка и насечка)

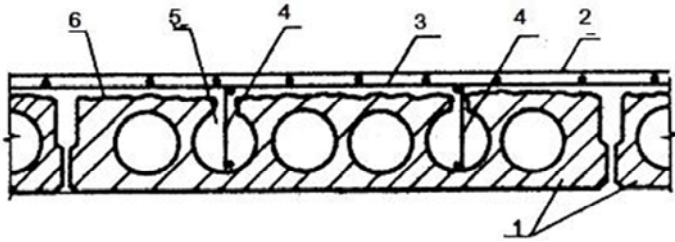


Рис. 6.25. Нарращивание пустотных плит сверху при недостаточном сцеплении поверхностей:

- 1 – усиливаемые плиты; 2 – монолитный слой бетона;  
 3 – конструктивная арматура усиления; 4 – арматурные каркасы усиления;  
 5 – вырубленные полки плит в местах установления каркасов;  
 6 – поверхность сцепления монолитного бетона с плитой

## 6.9. Усиление конструкций металлическими элементами

Наряду с железобетонными обоймами для усиления колонн, могут быть рекомендованы **металлические обоймы** составными частями которых являются металлические уголковые профили, устанавливаемый по граням колонны соединенные между собой планки и опорные подкладки из уголков или листового металла (рис. 6.26). Металлические обоймы рекомендуется применять в тех случаях, когда нельзя уменьшать габариты производственных помещений и усиление необходимо выполнить в кратчайшие сроки.

*При устройстве металлических обойм обязательными условиями являются плотное примыкание металлических стоек к граням усиливаемой колонны и их вертикальность.* Для этого рекомендуется поверхность бетона в местах установки стоек выравнять цементно-песчаным раствором. Эффективность усиления (включение стоек в работу) зависит от плотности примыкания стоек из уголка по торцам. Решение этого вопроса на практике осуществляется приваркой опорных подкладок.

Известны и другие способы включения в совместную работу обойм усиления. Например, можно предварительно (перед закреплением в проектное положение) сжать стойки обойм. Это осуществляется металлическими тязями с контролем обжатия обоймы. После приварки обоймы к опорным частям, закрепленным на существующих (усиливаемых) конструкциях, тязи снимаются.



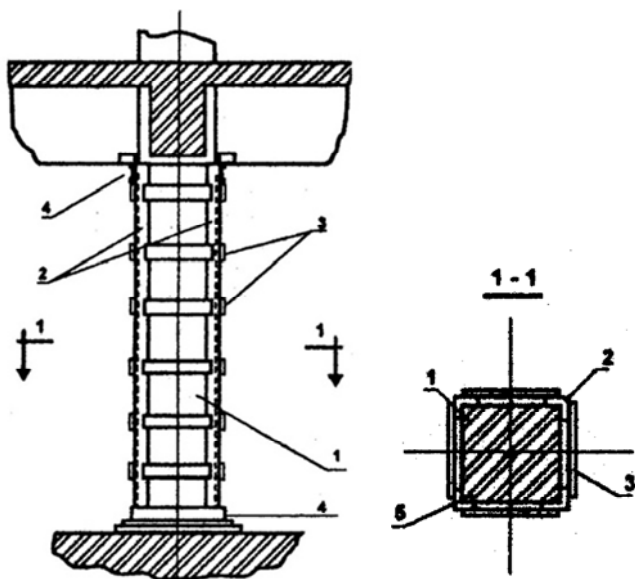


Рис. 6.26. Усиление колонны металлической обоймой:  
 1 – усиливаемая колонна; 2 – стойки из уголка; 3 – соединительные планки;  
 4 – опорные подкладки; 5 – зачеканка цементным раствором

Эффективность усиления металлической обоймой значительно возрастает, если пояса вокруг колонны, образованные соединительными планками, выполнить предварительно напряженными. Напряженное состояние металлических поясов рекомендуется создавать следующим образом: соединительные планки каждого из поясов устанавливают на одном уровне и приваривают одной стороной к стойкам; затем приступают к замыканию среднего по высоте колонны пояса, для чего нагревают соединительные планки двух противоположных граней до температуры  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  и приваривают к стойкам в нагретом состоянии. Аналогично поступают с планками смежных граней. Таким же образом замыкают остальные пояса обоймы. По мере остывания нагретых соединительных пленок усиливаемая колонна подвергается обжатию металлическими поясами.

Кроме обойм, охватывающих сжатый элемент со всех сторон, применяются *боковые и приставные разгружающие элементы* (рис. 6.27, 6.28).

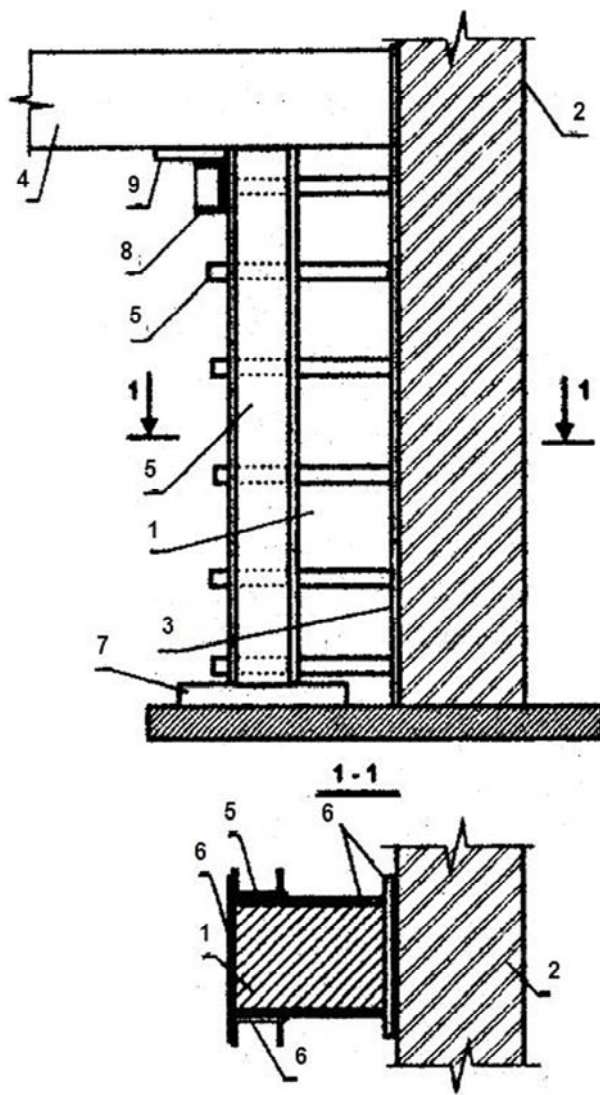


Рис. 6.27. Усиление колонны боковыми разгружающими элементами:  
 1 – усиваемая колонна; 2 – стена; 3 – зазор между стеной и колонной;  
 4 – балка покрытия; 5 – боковые разгружающие элементы из швеллера;  
 6 – соединительные планки; 7 – опорная пластина, установленная на подшивку  
 из раствора; 8 – перемычка-опора из швеллера с ребрами жесткости;  
 9 – пластины-клинья для включения разгружающих элементов в работу

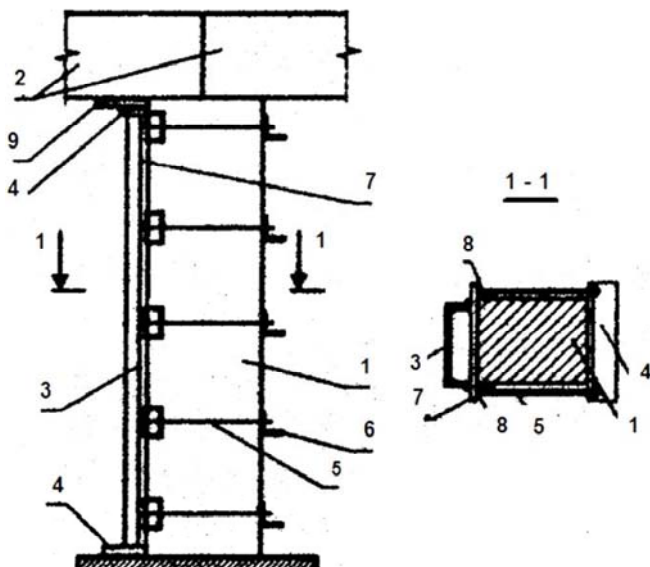


Рис. 6.28. Усиление колонны с помощью приставных разгружающих стоек:  
 1 – усиливаемая колонна; 2 – балки покрытия; 3 – приставная разгружающая стойка из швеллера; 4 – опорные пластины; 5 – стяжные болты; 6 – уголок-шайба;  
 7 – лист стяжного хомута; 8 – упорный уголок стяжного хомута;  
 9 – пластины-клинья для включения разгружающих стоек в работу

Основные технологические операции, которые необходимо выполнить при усилении колонн боковыми разгружающими элементами и с помощью приставных разгружающих стоек приведены на рис. 6.27, 6.28.

Усиление центрально и внецентренно сжатых колонн без предварительной разгрузки рекомендуется выполнять *устройством предварительно напряженных металлических распорок*, представляющих собой конструкцию металлических обоям с напряженными стойками. Распорки могут быть двусторонними и односторонними (рис. 6.29, 6.30).

*Двусторонние распорки* применяются для увеличения несущей способности центрально сжатых и внецентренно сжатых колонн.

*Односторонние распорки* применяются для увеличения несущей способности внецентренно сжатых элементов с большими и малыми эксцентриситетами.

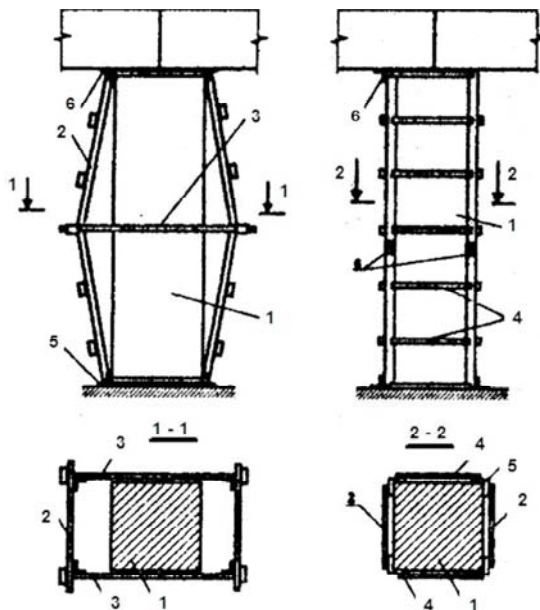


Рис. 6.29. Усиление колонн двусторонними распорками:  
 1 – усиливаемая колонна; 2 – распорки из уголков и планок;  
 3 – натяжные монтажные болты; 4 – соединительные планки, привариваемые после установки распорок; 5 – упорные элементы; 6 – накладки, наваренные на места выреза полок уголков распорок

Конструкция распорки состоит из двух уголков, связанных между собой приваренными соединительными планками из листового металла.

К каждому уголку распорки верху и внизу приваривают специальные планки, посредством которых распорка передает нагрузки при монтаже, натяжении и эксплуатации на упорные уголки. Упорные уголки устанавливаются на элементах конструкций (ригелях, балках, обрезах фундаментов и т. п.), непосредственно примыкающих к усиливаемым колоннам. Внутренние плоскости полк этих уголков должны быть заделаны с наружными боковыми поверхностями усиливаемых колонн.

При установке упорных уголков рекомендуется скалывать защитный слой и предварительно укладывать слой цементного раствора. Установка уголков производится строго горизонтально.

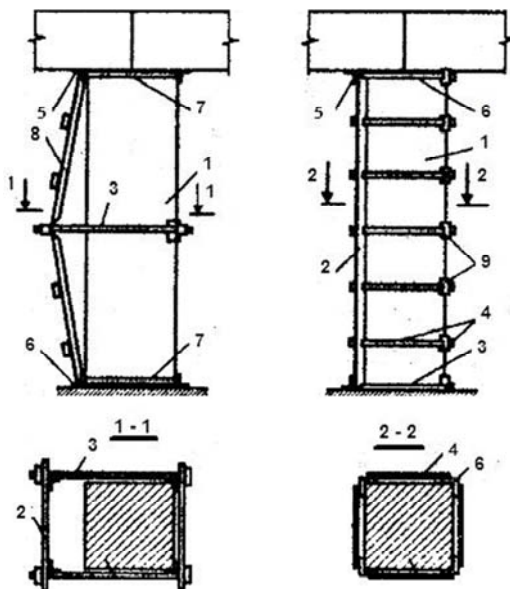


Рис. 6.30. Усиление колонн односторонними распорками:  
 1 – усиливаемая колонна; 2 – распорки из уголков и планок;  
 3 – натяжные монтажные болты; 4 – соединительные планки (привариваются после установки распорки); 5 – упорные уголки; 6 – крепежные уголки;  
 7 – крепежные монтажные болты; 8 – крепежные стержни, устанавливаемые взамен монтажных болтов; 9 – вырез в боковой полке уголка в месте его перегиба при монтаже (заваривается накладкой после установки)

Упорные планки распорок выполняются из листовой стали не толще 15 мм. По площади они должны соответствовать сечению распорок. Планки должны выступать за грани уголков распорок на 100–120 мм и иметь в выступах отверстия для пропуска монтажных болтов. Монтаж распорок производится с перегибом их в середине высоты. Для выполнения перегиба в боковых полках уголков необходимо предусматривать вырезы. Площадь поперечного сечения распорок в этих местах восстанавливается приваркой специальных планок, которые одновременно используются для установки натяжных болтов. Для создания предварительного напряжения сжатия распорки необходимо выпрямить после их монтажа, т. е. придать им вертикальное положение и обеспечить плотное прилегание к усиливаемой колонне. Достигается это посредством закручивания гаек натяжных болтов.

После выпрямления двусторонних распорок и включения их в совместную работу с усиливаемой колонной их необходимо объединить в единую систему приваркой планок по свободным боковым граням (рис. 6.29). В случае односторонних распорок связь с усиливаемой колонной достигается установкой крепежных уголков, скрепленных планками между собой и с распоркой на сварке (рис. 6.30). После приварки всех планок натяжные и крепежные монтажные болты необходимо снять, а в месте перегиба распорок приварить дополнительные накладки. Оптимальную величину предварительного напряжения распорок рекомендуется принимать 40–70 МПа.

Усиление изгибаемых железобетонных конструкций (балок и др.) **предварительно напряженными затяжками**. На практике применяются как горизонтальная, так и шпренгельная добавочная арматура (рис. 6.31).

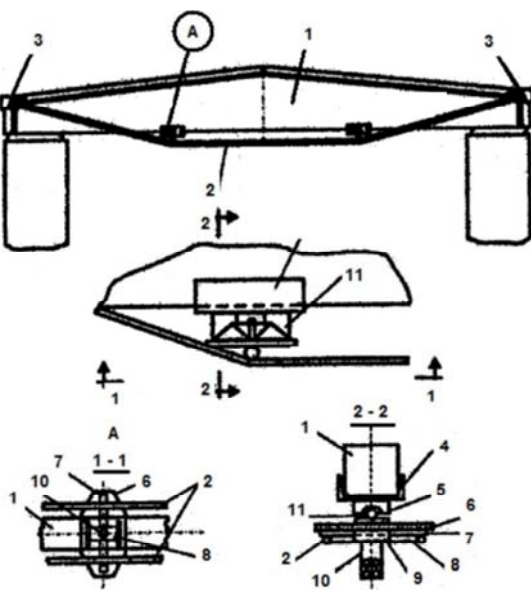


Рис. 6.31. Усиление сборной железобетонной балки покрытия шпренгелем:

- 1 – усиливаемая балка; 2 – шпренгель; 3 – анкерное устройство;
- 4 – опорный швеллер; 5 – подкладка с шаровым гнездом;
- 6 – опорный лист; 7 – прокладка из круглых стержней;
- 8 – квадратная подкладка; 9 – гайка, сваренная в опорный лист;
- 10 – натяжной винт; 11 – пакет металлических прокладок

Возможна установка горизонтальной и шпренгельной арматуры одновременно. В результате установки дополнительной предварительно напряженной арматуры меняется напряженно-деформированное состояние усиливаемых балок. Предварительное напряжение включает дополнительную арматуру в совместную работу с усиливаемой балкой, которая может рассматриваться как изгибаемая конструкция с увеличенной площадью арматуры, дополнительная часть которой не имеет сцепления с бетоном, и с изменившейся рабочей высотой.

*Способ усиления установкой дополнительной предварительно напряженной арматуры имеет несколько разновидностей, которые отличаются друг от друга анкерровкой дополнительной арматуры и способом ее натяжения. Натяжение дополнительной арматуры может производиться механическим или электромеханическим способами.*

**При механическом способе натяжение напрягаемой арматуры** производится при помощи домкратов, динамометрических ключей, натяжных болтов, стяжных хомутов, притягивающих тужи друг к другу (рис. 6.32, 6.33), а также специальных усиливаемых устройств или устройств рычажного типа.

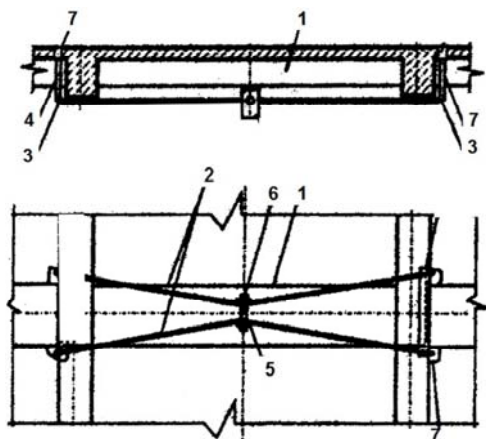


Рис. 6.32. Усиление балки дополнительной предварительно напряженной арматурой (горизонтальные затяжки):

- 1 – усиливаемая балка; 2 – горизонтальные затяжки; 3 – уголок анкера;
- 4 – вертикальные стержни анкера; 5 – натяжной болт; 6 – шайба;
- 7 – отверстие, заделываемое после установки анкера

При механическом способе натяжение напрягаемой арматуры производится при помощи домкратов, динамометрических ключей, натяжных болтов, стяжных хомутов, притягивающих тяжи друг к другу (рис. 6.31–6.34), а также специальных усиливаемых устройств или устройств рычажного типа.

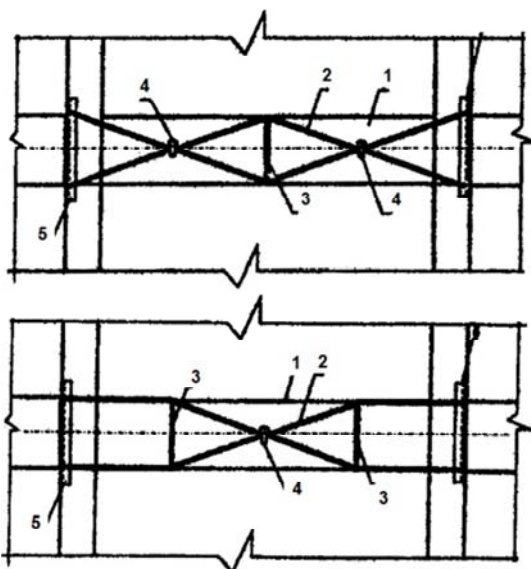


Рис. 6.33. Усиление балки дополнительной предварительно напряженной арматурой с промежуточными распорками:  
 1 – усиливаемая балка; 2 – затяжка; 3 – промежуточные распорки;  
 4 – натяжной болт; 5 – анкерное устройство

Одним из способов закрепления дополнительной арматуры, когда анкерные устройства нельзя разместить на торцах балки, является их *приварка к существующей арматуре*. В этих случаях скалывают защитный слой бетона на небольших участках в приопорных зонах, т. е. там, где напряжения в арматуре усиливаемой балки незначительны. К обнаженной рабочей арматуре приваривают коротыши, диаметр которых несколько больше толщины защитного слоя. К коротышам приваривают арматурные стержни усиления. Натяжение в данном случае производят термическим способом по следующей технологии. Стержни усиления устанавливают в про-



ектном положении при помощи временных подвесок, количество которых назначается исходя из того, чтобы исключить провисание стержней под действием собственного веса. Стержни должны быть максимально прямолинейными. Один конец стержня приваривают к коротышу, а второй остается свободным. Стержень включают в электрическую цепь и нагревают до расчетной температуры. Свободный конец прижимают к коротышу и приваривают.

В процессе сварки до полного остывания шва необходимо поддерживать постоянную расчетную температуру. Для предотвращения выпучивания продольной арматуры в местах приварки дополнительной напряженной арматуры коротыши располагают рядом с одним из хомутов со стороны пролета.

На рис. 6.34 приведено усиление балки с закреплением дополнительной арматуры, приваренной к существующей арматуре. Однако в отличие от предыдущего примера натяжение создается механическим способом – закручиванием динамометрическим ключом гайки натяжного устройства.

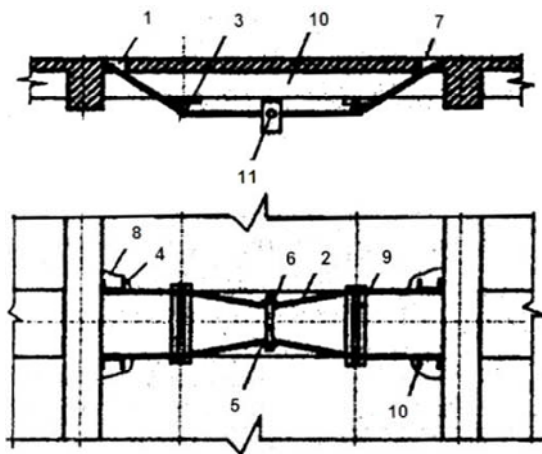


Рис. 6.34. Усиление балки дополнительной предварительно напряженной арматурой (комбинированные затяжки):

- 1 – усиливаемая балка; 2 – горизонтальные затяжки; 3 – шпренгельные затяжки;
- 4 – подкладка; 5 – промежуточная распорка; 6 – уголок анкера горизонтальных затяжек; 7 – вертикальные анкеры тержни;
- 8 – натяжной болт; 9 – шайба; 10 – швеллер анкера шпренгельных затяжек;
- 11 – отверстие, заделываемое после установки анкера

Натяжение дополнительной предварительно напряженной арматурой посредством взаимного стягивания не вызывает сложностей и не требует значительных усилий, поскольку напряжения в стяжных болтах (хомутах) в 7–10 раз меньше напряжений в стягиваемых дополнительных стержнях. Данный способ позволяет создать во всех стягиваемых стержнях (двух или четырех) равномерные усилия, т. е. обеспечивает их саморегулирование. Стягивание может производиться одним стяжным болтом или двумя, с промежуточными распорками или без них.

Аналогично производится усиление шпренгельной предварительно напряженной арматурой. Выше были приведены примеры усиления, в которых затяжка располагается под конструкцией (балкой). Возможны конструктивные решения, при которых предварительно напряженная арматура располагается в нижней части конструкции (в нижней части балки, нижнего пояса фермы) у боковых поверхностей.

В обоих случаях перемещение дополнительной арматуры усиления должно происходить одновременно с усиливаемым элементом. Для этого необходимо предусматривать соединительные элементы (соединительные прокладки или подвески). Затяжки из арматурной стали, напрягаемые посредством взаимного стягивания пар стержней стяжными устройствами (болтами, затяжки, муфтами натяжения, стяжными гайками), широко применяются для усиления ферм. При этом возможно как усиление всей фермы в целом, так и усиление растянутого пояса или отдельных растянутых элементов решетки фермы.

## **6.10. Усиление углеродным волокном**

Углеродное волокно, имеющее прочность на разрыв более чем в 2 раза выше, чем у стали, и при этом вес в десять раз меньше, изменило технология усиления железобетонных конструкций.

Характеристики основных материалов на основные углеродной ткани и клея, применяемые для усиления железобетонных конструкций приведены в табл. 6.2.

Технологию усиления конструкций с применением углеволокна называют СВА (система внешнего армирования).

Рекомендуется следующая последовательность выполнения усиления конструкций с применением углеволокна.

Таблица 6.2

## Характеристики углеродной ткани и клеев

Углеродная ткань CWrap Fabric 230	Плотность 230 г/м <sup>2</sup> ± 5 %. Расчетная толщина монослоя ткани 0,128 мм ± 5 %. Упаковка 1 рулон в картонной коробке. Ширина 300 мм ± 5 %. Длина рулона 50 м ± 5 %. Вес одного рулона НЕТТО 3,45 (± 0,15) кг. Срок хранения не ограничен
Углеродная ткань CWrap Fabric 530	Прочность на разрыв > 4900 МПа. Модуль Упругости > 230 ГПа. Плотность 530 г/м <sup>2</sup> ± 5 %. Расчетная толщина монослоя ткани 0,293 мм ± 5 %. Упаковка 1 рулон в картонной коробке. Ширина 300 мм ± 5 %. Длина Рулона 50 п. м. ± 5 %. Вес одного рулона НЕТТО 7,95 (± 0,15) кг. Срок хранения не ограничен.
Углеродная ламель CWrap CarbonPlate 12/100	Плотность 1,40 г/см <sup>3</sup> . Тип связующего эпоксидный полимер. Объемное содержание волокон > 68 %. Прочность на растяжение > 3,1 ГПа. Модуль упругости > 170 ГПа. Удлинение при разрыве 1,8 %. Толщина 1,2 мм. Ширина 100 мм. Площадь сечения 120 мм <sup>2</sup> . Длина рулона 100 п. м.
Углеродная ламель CWrap CarbonPlate 14/100	Плотность 1,40 г/см <sup>3</sup> . Тип связующего эпоксидный полимер. Объемное содержание волокон > 68 %. Прочность на растяжение > 3,1 ГПа. Модуль упругости > 170 ГПа. Удлинение при разрыве 1,8 %. Толщина 1,2 мм. Ширина 100 мм. Площадь сечения 120 мм <sup>2</sup> . Длина рулона 100 п. м.
Углеродная ламель CWrap CarbonPlate 14/100	Плотность 1,60 г/см <sup>3</sup> . Тип связующего эпоксидный полимер. Объемное содержание волокон > 68 %. Прочность на растяжение > 3,1 ГПа. Модуль упругости > 170 ГПа. Удлинение при разрыве 1,8 %. Толщина 1,4 мм. Ширина 100 мм. Площадь сечения 140 мм <sup>2</sup> . Длина рулона 100 п. м.
Эпоксидный клей CWrap Polimer 530	CWrap Polimer 230 – наполненный эпоксидный двухкомпонентный клей, рекомендуется применять для углеродных тканей с поверхностной плотностью не более 300 г/м <sup>2</sup> . Срок годности смеси 40 мин при 20 °С. Вязкость смеси ~ 100 000 сантипуаз. Температура стеклования ~ 68 °С. Предел прочности при растяжении 68 МПа. Модуль упругости при растяжении 3,3 ГПа. Предел прочности при сжатии 76,4 МПа. Модуль упругости при сжатии 3 ГПа. Предел прочности при изгибе 82,7 МПа. Модуль упругости при изгибе 3,1 ГПа. Время открытой выдержки (полной полимеризации) при t = 25 °С 36 часов. Удлинение не более 5 %. Адгезия к бетону разрушение бетона через 1 сутки после нанесения. Срок хранения 1 год
Порошок оксида кремния CWrap TX	Предотвращает образование подтеков, даже в низковязких эпоксидных составах, без потерь механических свойств, таких как прочность. Внешний вид порошок. Цвет белый. Насыпная плотность 70 г/л. Удельный вес 3,2 г/см <sup>3</sup> . Удельная поверхность 105 мг/г

Вначале выполняется *проектирование производства работ*. По итогам натурных исследований определяются факторы, приведшие к появлению дефектов в конструкции, и составляется ведомость дефектов. На основании анализа картины трещин определяется характер разрушающих усилий, уровень разрушения. И с учетом этой информации выбирается технология усиления железобетонной конструкции.

На практике применяются следующие технологии усиления железобетонных конструкций с помощью углеродного волокна:

- применение лент из углеродного волокна для укрения несущих конструкций мостов;

- использование холстов из углеволокна для укрепления балок, ригелей, колонн. Главным плюсом холстов является то, что они гибкие, поэтому им можно придать необходимую форму;

- применение сеток из углеволокна. Данный метод используется при усилении ж/б плит, стеновых панелей.

*Рекомендуется следующая последовательность производства работ по технологии СВА.* Вначале выполняются оценка состояния поверхности участка конструкции, планируемой к усилению. Основными критериями готовности поверхности конструкции к усилению по технологии СВА являются:

- отсутствие неровностей, трещин, шероховатости и загрязненности;

- температура и влажность усиливаемой поверхности.

Для обеспечения качественного усиления железобетонных конструкций работы необходимо проводить при температуре воздуха тела конструкции не ниже, чем 5 °С и влажности поверхности – не больше четырех процентов.

Разрабатывается технологическая карта на усиление конструкции. До начала производства работ выполняется разгрузка конструкции.

*Технология усиления зависит от принятого метода производства работ. Существует «сухой» и «мокрый» методы.* Различаются они лишь последовательностью нанесения адгезия (эпоксидный клей). При «сухом» способе эпоксидный клей наносится на материал. При «мокроем» способе эпоксидный клей наносится на поверхность усиливаемой конструкции. Затем углеродное волокно слоями накладывается на усиливаемую поверхность. Каждый слой наклеенного материала прокатывается валиком. Последующий слой нужно

накладывать лишь после того, как пройдет 4 часа. Это необходимо, чтобы клей предыдущего слоя полностью затвердел. Также могут потребоваться и другие мероприятия для работы. К ним относится ликвидация брака с помощью инъектирования либо склеивания отдельных элементов. Достижение полной полимеризации и набора клеем прочности достигается в течение 48 часов, после чего усиливаемому конструктиву можно загружать нагрузкой – вводить в работу.



Рис. 6.35. Железобетонные конструкции, усиленные по технологии СВА

### **6.11. Облегченные перекрытия с предварительным напряжением арматуры**

Одним из резервов снижения сроков возведения монолитных бетонных (ж/б конструкций) является сокращение времени до распалубливания конструкций. Применение технологии устройства перекрытий с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями можно рассматривать как вариант решения этой задачи (рис. 6.36). Такое конструктивное решение за счет снижения объема бетонной смеси в конструкции обеспечивает ускорение реакции гидратации, и, как следствие, технолоический перерыв уменьшается. Кроме того, применение неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей позволяет:

- уменьшить собственный вес конструкции;
- снизить нагрузки на несущие конструкции сооружения.

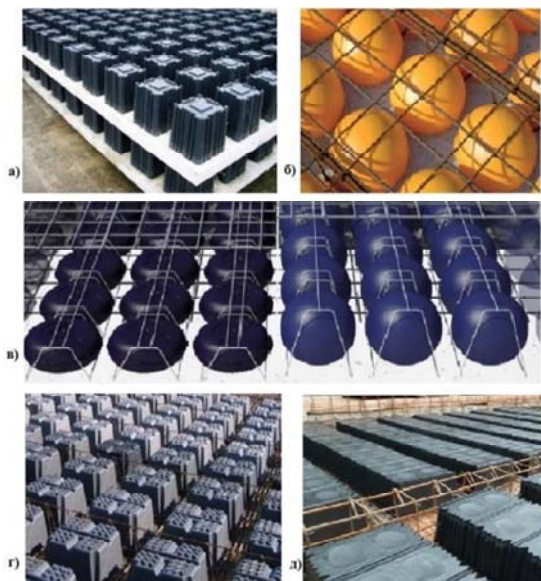


Рис. 6.36. Системы с применением полимерных вкладышей:  
*a* – Airdeck; *б* – BubbleDeck; *в* – Cobiax; *г* – U-Boot Beton; *д* – U-Bahn Beton

Такое перекрытие обладает большей несущей способностью и жесткостью в сравнении с обычными монолитными перекрытиями толщиной 200 мм.

При возведении такого перекрытия рекомендуется следующая последовательность производства работ: устройство опалубки; установка неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей; армирование главных и второстепенных балок, подача бетонной смеси.

*На практике чаще других применяется Система U-Boot Beton.* Отличительной особенностью ее является то, что в ней применяются вкладыши П-образной формы с рабочими размерами 120×40 см и высотой 20 см из рециклированного полипропилена. Эта система специально разработана для реализации однонаправленных плит перекрытия из монолитного железобетона (рис. 6.37).

Параллельно широко используются в современном строительстве технологии возведения облегченных конструкций с применением в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей элементов из пенополистирола, например железобетонное перекрытие системы «Монофант» (рис. 6.38).



Рис. 6.37. Технологическая схема системы типа U-Boot Beton

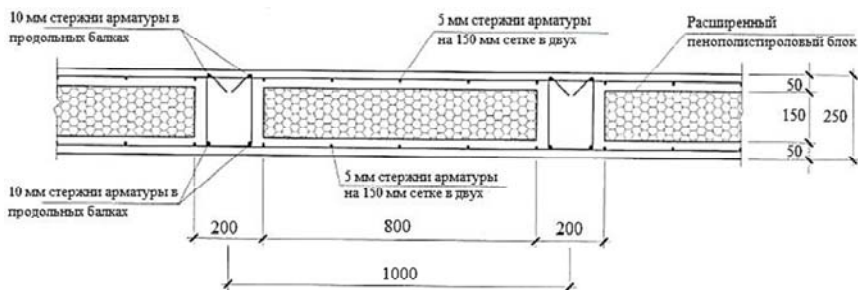


Рис. 6.38. Поперечное сечение железобетонного перекрытия системы «Монофант»

Основные технико-экономические показатели различных технологий применения вкладышей приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Технико-экономические показатели конструкций перекрытия

Название технологии	Конструктивная толщина перекрытия, см	Объем вкладыша, см <sup>3</sup>	Шаг вкладышей, см	Количество вкладышей, шт/м <sup>2</sup>	Объем вкладышей, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Приведенная толщина перекрытия, см
Airdeck	25	4100	30	11	0,045	20,4
BubbleDeck	25	3100	20	25	0,076	17,2
Sobiax	25	9100	35	8,2	0,075	17,5
U-Boot Beton	25	28 000	64	2,44	0,068	18,2
Монофант	25	121 500	100	1	0,1215	12,85

На сегодня разработана *технология устройства предварительного напряжения арматуры в облегченных монолитных перекрытиях*.

Работы рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

Монтаж щитов опалубки, установка пустообразователей и ненапрягаемой арматуры. Установка оборудования для натяжения арматуры. Установка в проектное положение каналообразователей с напрягаемой арматурой. Подача бетонной смеси в опалубку конструкции выполняется бетононасосами с поэтапными натяжение канатов и с тщательным контролем усилия натяжения. Параллельно выполняется нагнетание цементного раствора в каналообразователи для защиты предварительно напряженной арматуры от коррозии.

Преднапряжение следует осуществлять поэтапно. В начальной стадии целесообразно умеренное предварительное напряжение, которое препятствует появлению температурных и усадочных трещин в бетоне, набирающим прочность.

Напрягаемую арматуру (канаты, пряди) необходимо натягивать в такой последовательности, чтобы преднапряжение по всему сечению конструкции нарастало равномерно. Начинают обычно с элементов, заанкеренных в средней зоне поперечного сечения.

Если преднапряжение производится в продольном и поперечном направлениях, то в первую очередь осуществляют натяжение тех напрягаемых арматурных элементов, которые расположены перпендикулярно к главной оси железобетонного элемента. Напрягаемые арматурные элементы, располагаемые в поперечных балках, пустотных настилах и конструкциях коробчатого сечения и снизу, и сверху, натягиваются поочередно один за другим. Натяжение можно начинать и с продольных арматурных элементов, если от 30 до 50 % поперечного преднапряжения распределено по длине конструкции.



## 7. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

### 7.1. Общие положения

Усиление металлических конструкций может выполняться как под нагрузкой, так и после их разгрузки следующими методами:

– *увеличением поперечного сечения отдельных элементов и узлов их соединений;*

– *изменением расчетной схемы конструкций.*

Особенностью усиления металлических конструкций является доступность сечения по всей длине элементов и свариваемость металла, позволяющие уменьшить трудоемкость обеспечения совместной работы усиливаемого и дополнительного элементов. Однако нагрев металлических элементов при сварке приводит к снижению их прочности. При температуре более 550 °С металл переходит в пластическое состояние и выключается из работы по восприятию усилий. Особенно опасно это для сварных соединений. Степень снижения прочности металла в месте сварки зависит от способа и режима сварки, толщины и ширины элемента, а также от направления сварных швов. Так, для продольных швов снижение прочности составляет до 15 %, а для поперечных – достигает 40 %. *Исходя из этого, запрещается применение поперечных сварных швов при усилении металлических конструкций под нагрузкой.*

С целью безопасности производства работ и повышения эффективности усиления металлических элементов и узлов их сопряжений следует стремиться к максимальной разгрузке конструкции перед усилением, чтобы максимальные напряжения не превышали  $0,8R_y$  (где  $R_y$  – расчетное сопротивление стали по пределу текучести).

При конструировании усиления сварные швы, болтовые и заклепочные соединения необходимо располагать в удобных для исполнения и контроля качества местах. Кроме того, при сварных соединениях следует учитывать появление дополнительных и остаточных сварочных деформаций. Например, усиление ферм следует начинать с элементов и узлов нижнего пояса, а затем производить усиление верхнего пояса. При выполнении усиления центрально-растянутых и сжатых металлических конструкций следует стремиться к тому, чтобы дополнительные элементы располагались так,

чтобы положение центра тяжести элемента после усиления не изменилось. В противном случае необходимо выполнять проверку прочности усиленного элемента и узла сопряжения с учетом появившегося эксцентриситета.

## **7.2. Усиление металлических конструкций увеличением их поперечного сечения**

*Увеличением поперечного сечения* выполняется усиление металлических конструкций, работающих на растяжение, сжатие и изгиб. Суть этого метода усиления заключается в присоединении дополнительных элементов. Включение в работу дополнительных элементов усиления с усиливаемой конструкцией обеспечивается путем сварки, а также с помощью болтового или заклепочного соединения. Совместная работа дополнительных деталей *при усилении растянутых элементов* обеспечивается за счет их заводки в узлы на расстояние, необходимое для размещения прикрепляющих швов (болтов, заклепок) и достаточное для полного включения в работу у границы узловой фасонки. Для обеспечения совместной работы дополнительных элементов с усиливаемым растянутым элементом посредством сварки, сварные швы рекомендуется принимать в зависимости от толщины соединяемых деталей с высотой катета шва 3–6 мм. Швы, расположенные вблизи края элемента, следует выполнять сплошными, т. к. прерывистые швы создают концентраторы напряжений, способствующие хрупкому разрушению при растяжении.

**Усиление сжатых элементов** стальных конструкций производится:

- увеличением поперечного сечения элемента при незначительном изменении его гибкости;
- увеличением поперечного сечения элемента со значительным уменьшением его гибкости;
- уменьшением расчетной длины элемента без изменения поперечного сечения.

На практике усиления металлических конструкций первый метод применяется для сжатых элементов небольшой длины (коротких), когда прочность элемента определяется площадью его поперечного сечения. Два других метода усиления характерны для длинных сжатых элементов, теряющих устойчивость при разрушении.

В первом случае для усиления центрально сжатых элементов в качестве дополнительных элементов могут быть использованы полосы и круглые стержни, эффективно увеличивающие площадь поперечного сечения, но незначительно изменяющие его жесткость при изгибе (см. рис. 7.1).

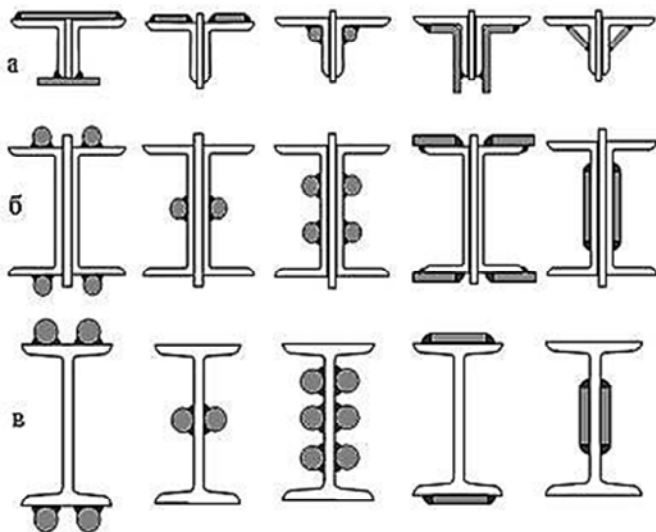


Рис. 7.1. Усиление увеличением поперечного сечения без изменения гибкости металлических элементов:  
*а* – из спаренных уголков; *б* – из спаренных швеллеров; *в* – из двутавров

Как и в случае растянутых элементов, дополнительные детали усиления должны заводиться в узлы сопряжения. При усилении сжатых элементов увеличением поперечного сечения с уменьшением его гибкости в качестве дополнительных элементов используются прокатные профили в виде труб, уголков, швеллеров и т. д., развивающих сечение и эффективно повышающих его жесткость при изгибе (рис. 7.2).

При этом если нет опасности потери устойчивости для сечения неусиленного элемента вблизи узла, детали усиления могут быть не заведены в узел и не прикреплены к нему. Допускается применение прерывистых швов, уменьшающих сварочные деформации, сокращающие сроки сварочных работ и массу наплавленного металла.

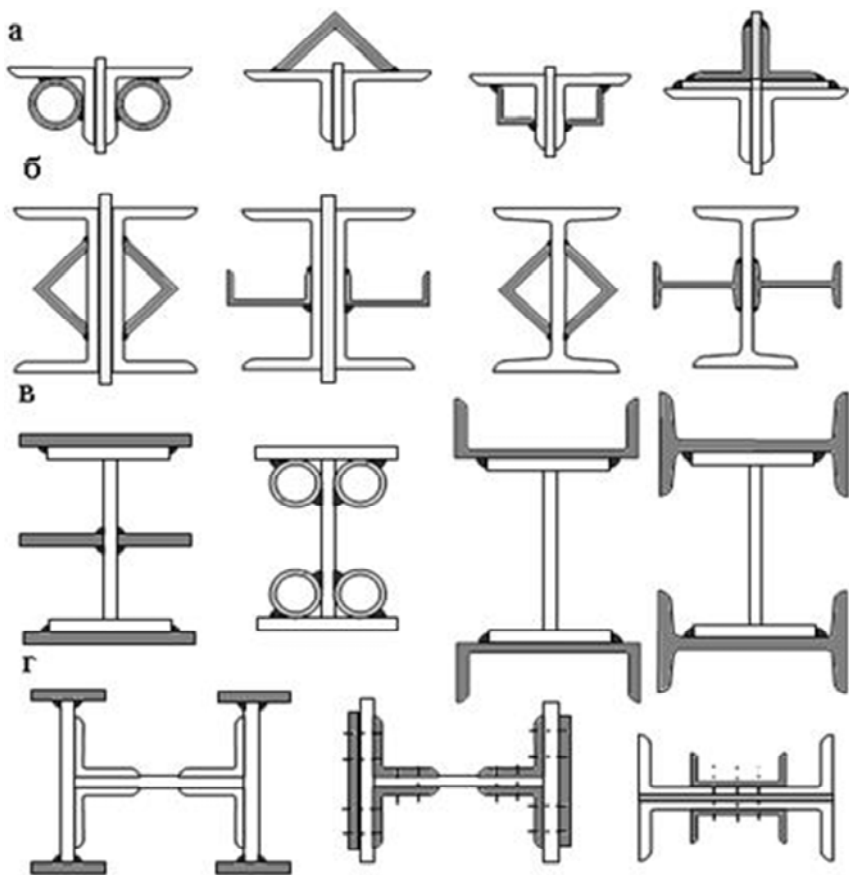


Рис. 7.2. Схемы усиления поперечного сечения его увеличением с уменьшением гибкости металлических элементов:  
*а* – спаренные уголки; *б* – спаренные швеллеры (двутавры);  
*в* – сварные сплошного сечения; *г* – клепанные (пластины, уголки, швеллеры)

**Усиление сжатых элементов уменьшением расчетной длины в плоскости конструкции.**

Для стропильной фермы решается установкой дополнительных раскосов или подвесок (рис. 7.3, а).

**Усиление сжатых элементов уменьшением расчетной длины из плоскости конструкции** (стропильная ферма, колонны) выполняется предварительно напряженных шпренгелей (рис. 7.3, б, в).

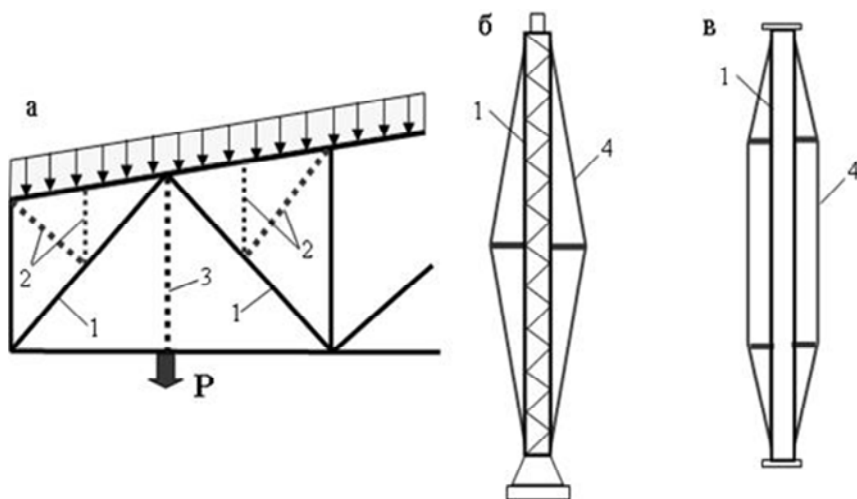


Рис. 7.3. Усиление стальных конструкций за счет уменьшения их расчетной длины:  
*а* – установкой дополнительных раскосов; *б, в* – установкой предварительно напряженных шпренгелей;  
*1* – усиливаемый элемент; *2* – дополнительные раскосы;  
*3* – дополнительная подвеска; *4* – предварительно напряженные шпренгели

### 7.3. Усиление изгибаемых металлических конструкций

Учитывая следующие особенности их работы, рекомендуется выполнять:

- увеличением поперечного сечения изгибаемого элемента, ограничившись лишь зоной действия максимальных изгибающих моментов;

- при конструировании усиления следует стремиться к наиболее эффективному размещению дополнительных деталей (на возможно большем расстоянии от нейтральной оси неусиленного сечения);

- для снижения влияния сварочных деформаций при усилении, увеличивающих прогиб, усиление изгибаемых элементов необходимо начинать с нижнего пояса, затем при необходимости следует усилить стенку, в последнюю очередь – верхний пояс.

Наиболее часто применяемые на практике варианты конструктивных схем усиления стальных балок приведены на рис. 7.4 и 7.5.

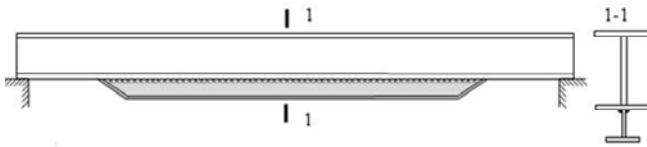


Рис. 7.4. Усиление изгибаемой балочной конструкции в пролете приваркой профиля таврового сечения

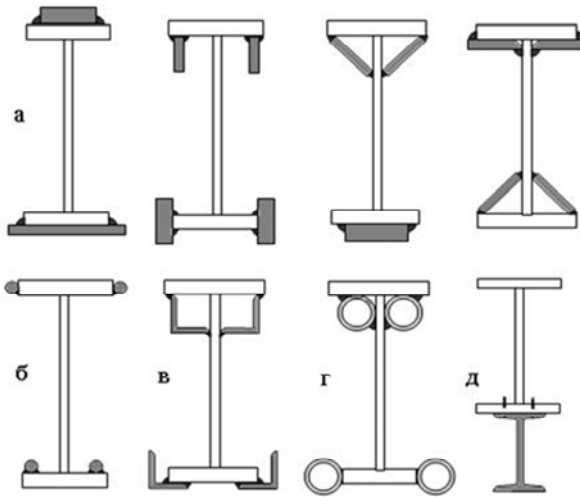


Рис. 7.5. Варианты усиления стальных балок увеличением поперечного сечения с применением:  
*а* – пластин; *б* – стержней; *в* – уголков; *г* – труб; *д* – двутавров

Усиленная стальная балка кроме условия прочности должна удовлетворять условиям общей и местной устойчивости.

#### 7.4. Повышение местной устойчивости балок

Основными конструктивными решениями повышения местной устойчивости балок является установка дополнительных поперечных (рис. 7.6, *а*), продольных (рис. 7.6, *б*) и диагональных ребер жесткости (рис. 7.6, *в*). С целью уменьшения концентрации местных напряжений у концов коротких поперечных ребер жесткости в сжатой зоне они должны быть окаймлены продольными ребрами жесткости (рис. 7.6, *г*).

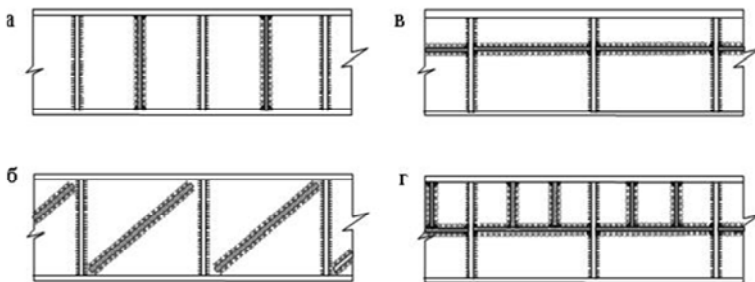


Рис. 7.6. Усиление стенок стальных балок  
 дополнительными ребрами жесткости:  
*а* – поперечными; *б* – продольными; *в* – диагональными;  
*г* – короткими поперечными с окаймлением  
 их продольными ребрами жесткости

Повышение местной устойчивости элементов стальных конструкций может быть достигнуто также их бетонированием (рис. 7.7, *а*) или прикреплением к ним деревянных элементов (брусьев) (рис. 7.7, *б*, *в*).

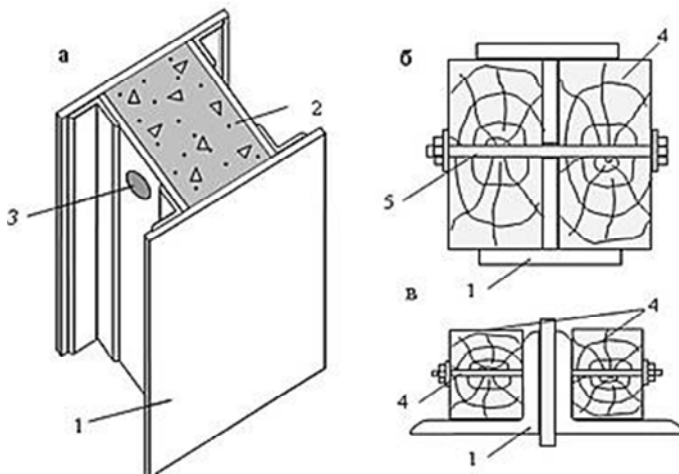


Рис. 7.7. Усиление стенок стальных конструкций:  
*а* – заполнением полости колонны бетоном;  
*б*, *в* – прикреплением деревянных брусьев;  
*1* – усиливаемая стальная конструкция; *2* – бетон;  
*3* – отверстие в стенке для заполнения бетоном;  
*4* – деревянные брусья; *5* – стяжной болт

## 7.5. Усиление соединений металлических конструкций

Основными видами соединений металлических конструкций являются: *сварные швы*; *болтовые и заклепочные соединения*.

**Усиление сварных швов** производят путем увеличения их длины или толщины.

Стыковые швы не усиливают, так как их высота определяется толщиной стыкуемых элементов и устройство валика шва, выступающего от поверхности элементов, может только ухудшить условия его работы из-за концентрации местных напряжений.

**Усиление угловых швов** выполняется увеличением их длины (за счет устройства дополнительных лобовых швов или приварки дополнительных ребер, накладок и т. д.) и (или) катета. При этом с целью снижения влияния сварочных напряжений расстояние между элементами узлов сопряжений рекомендуется принимать не менее 40 мм (рис. 7.8, 7.9 а, б).

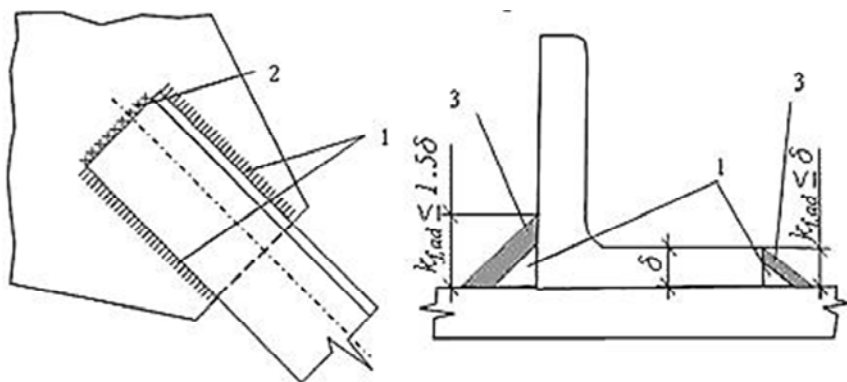


Рис. 7.8. Усиление сварных швов:

- a* – увеличением длины за счет наложения лобового шва;
- б* – увеличением высоты катетов угловых швов;
- 1* – существующие швы; *2* – дополнительный лобовой шов;
- 3* – дополнительная наплавка

**Увеличение толщины шва** необходимо производить послойно, наплавляя слой не более 2 мм, начиная с места дефекта усиливаемого шва (подрезы, кратеры, наплывы и т. д.) и используя при этом электроды толщиной не более 4 мм. Усиление последующего шва



выполняется после остывания предыдущего до 100 °С. Высота катета шва, после наплавления не должна превышать толщины полки со стороны пера и полутора толщин полки профиля со стороны обушка.

*Усиление поперечных швов растянутых элементов под нагрузкой не допускается.*

При увеличении длины сварных швов соединяемых элементов углового профиля дополнительные швы следует накладывать в направлении уже существующих, начиная от края фасонки со стороны обушка. Расчет усиленных сварных швов производится без учета начальных напряжений от нагрузки при усилении.

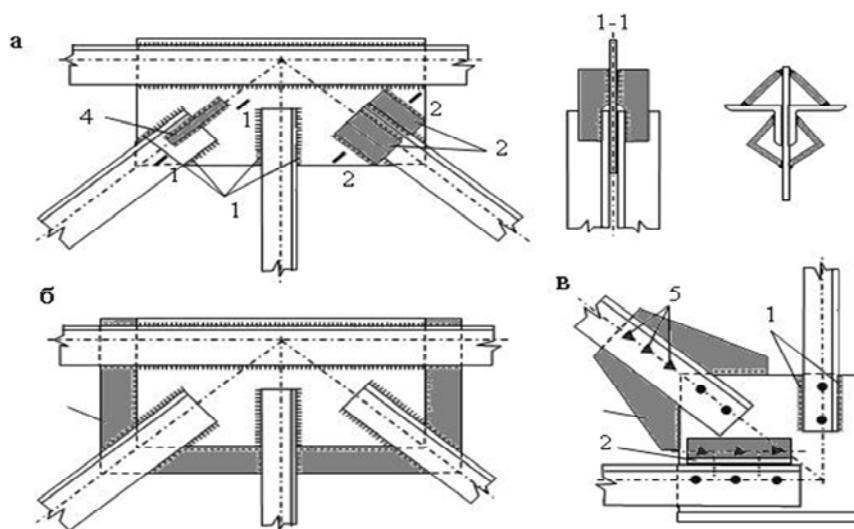


Рис. 7.9. Усиление узловых соединений:

*а, б* – сварных; *в* – болтовых и заклепочных;

*1* – дополнительные швы; *2* – накладки; *3* – дополнительные фасонки;

*4* – дополнительные ребра; *5* – дополнительные высокопрочные болты

**Усиление заклепочных и болтовых соединений** производится увеличением количества заклепок (рис. 7.9, *в*) или их заменой высокопрочными болтами с предварительным напряжением путем закручивания гаек тарировочными ключами. Натяжение высокопрочных болтов выполняют от середины узла к краям. В ряде случаев усиление заклепочных и болтовых соединений производится заме-

ной их сваркой. Расчет высокопрочных болтов и сварных швов, усиленных заклепочных и болтовых соединений, из-за разной их деформативности производится на полное усилие после усиления.

### 7.6. Усиление металлических конструкций изменением их расчетной схемы

Такой способ усиления является эффективным, так как позволяет перераспределить усилия между элементами.

На практике часто применяются следующие схемы усиления металлических конструкций *повышением степени статической неопределимости*:

- обеспечение неразрезности стальных шарнирно опертых балок (рис. 7.10);
- устройство дополнительных жестких и упругих опор в виде подкосов, подвесок и кронштейнов для балочных конструкций (рис. 7.11);
- устройство затяжек, шарнирно-стержневых цепей для стропильных ферм (рис. 7.12, а, б), включение в совместную работу со стропильной фермой конструкции светоаэрационного фонаря (рис. 7.12, в).

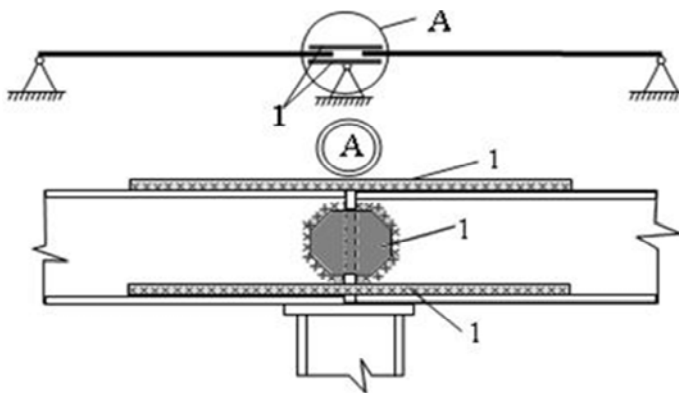


Рис. 7.10. Усиление стальных балок обеспечением их неразрезности с использованием стальных накладок:  
1 – стальные накладки

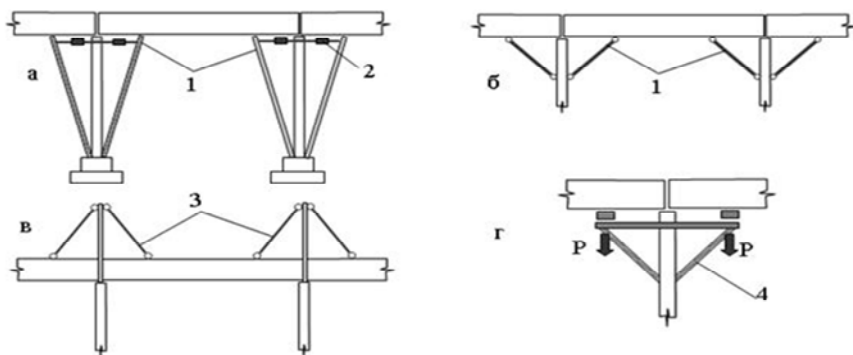


Рис. 7.11. Схемы усиления стальных балок дополнительными жесткими и упругими опорами:

- а* – предварительно напряженными подкосами с опиранием на фундаменты;  
*б* – подкосами с опиранием на колонну; *в* – подвесками;  
*г* – предварительно напряженными кронштейнами;  
*1* – подкосы; *2* – затяжка с натяжным приспособлением;  
*3* – подвески; *4* – кронштейны

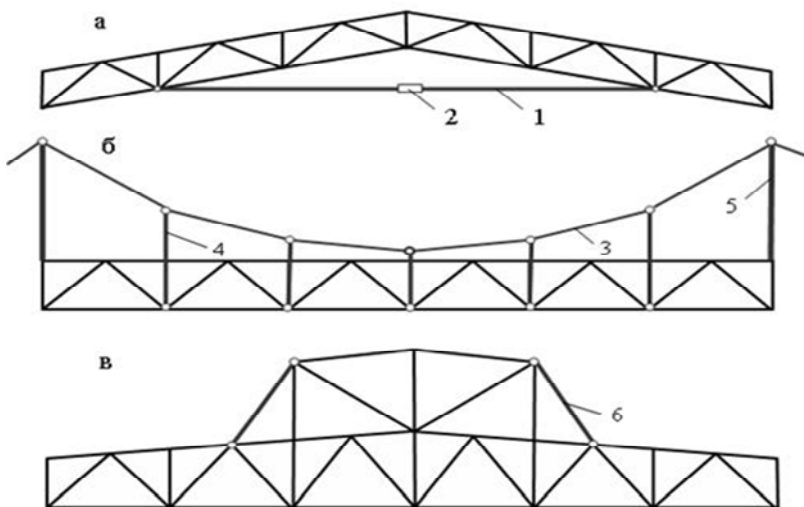


Рис. 7.12. Схемы усиления стропильных ферм:

- а* – предварительно напряженными затяжками; *б* – шарнирно-стержневыми цепями; *в* – включением конструкции фонаря в совместную работу с фермой;  
*1* – затяжка; *2* – натяжное приспособление; *3* – стальной канат;  
*4* – подвеска; *5* – дополнительная стойка; *6* – дополнительный раскос

При проектировании усиления конструкций изменением их расчетной схемы следует производить проверку прочности и устойчивости всех элементов и их сопряжений на действие изменившихся усилий. Применение данных методов усиления может повлечь за собой необходимость усиления не только отдельных элементов, но и узловых соединений. Следует стремиться к максимальной разгрузке усиливаемых конструкций, т. к. перераспределяться по новой схеме будут только усилия от нагрузки, приложенной после усиления.

На рис. 7.13 приведены примеры усиления стальных балочных конструкций повышением степени внутренней статической неопределимости устройствами предварительно напряженной горизонтальной и шпренгельной затяжки.

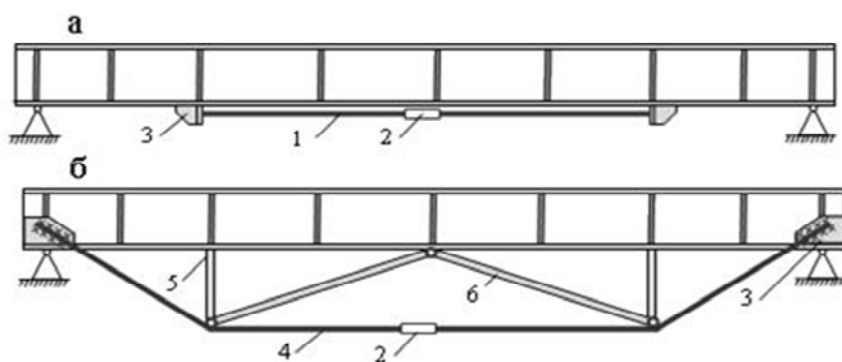


Рис. 7.13. Схемы усиления стальных балок повышением степени внутренней статической неопределимости:

- а* – предварительно напряженной горизонтальной затяжкой;
- б* – предварительно напряженной шпренгельной затяжкой;
- 1* – горизонтальная затяжка; *2* – натяжное приспособление;
- 3* – анкерное устройство; *4* – шпренгельная затяжка;
- 5* – дополнительная стойка; *6* – дополнительный подкос

При этом анкерные устройства по концам затяжки могут быть размещены в любом месте по длине пролета усиливаемой конструкции.

Принципы расчета стальных балочных элементов, усиленных предварительно напряженными затяжками, не имеют отличий от расчета усиленных железобетонных элементов.

## 8. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ (УСИЛЕНИЕ) ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 8.1. Усиление деревянных элементов накладками

На практике реконструкция деревянных конструкций заключается в усилении дефектных участков установкой новой древесины – как правило, деревянных (фанерных) накладок (рис. 8.1). Совместная работа старой и новой древесины в сечении обеспечивается болтовым, гвоздевым, нагельным соединением или приклеиванием.

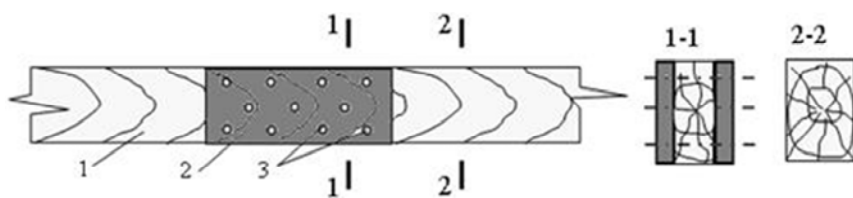


Рис. 8.1. Усиление деревянных элементов накладками:

1 – усиливаемый элемент; 2 – накладки (деревянные, фанерные, металлические); 3 – болты (гвозди)

Наиболее часто происходит снижение прочности деревянных балок междуэтажных перекрытий в местах их заделки в кирпичные стены. Из-за недостаточной термоизоляции стен и отсутствия проветривания древесина на опорах балок увлажняется конденсатом, что приводит к разрушению (гниению) древесины и, как следствие, повышению деформативности балок и снижению несущей способности. Замена разрушенного опорного участка балок перекрытий производится установкой **накладок из досок или брусьев, а также стальных профилей взамен поврежденной древесины**. Накладки могут устанавливаться сбоку или сверху сечения (рис. 8.2). На время установки накладок балки разгружают – подводят временные опоры. Элементы усиления должны быть изолированы от стен прокладками из гидроизоляционного материала. Размеры сечений накладок и соединительных болтов определяются расчетом, деревянные накладки должны быть несколько больше размеров сечения балки.

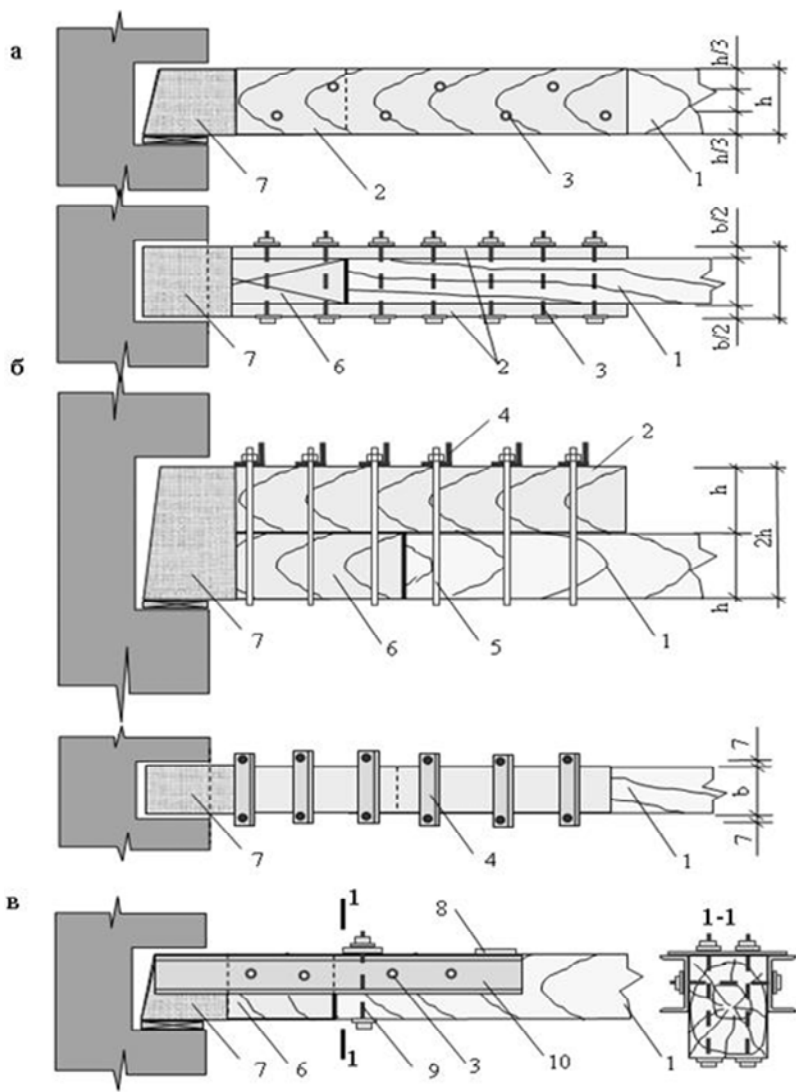


Рис. 8.2. Усиление опорных участков деревянных балок накладками:  
 а – деревянными боковыми; б – деревянной со стороны верхней грани;  
 в – стальными боковыми;

1 – усиливаемая балка; 2 – накладки из новой древесины; 3 – болты;  
 4 – уголок; 5 – хомут; 6 – деревянный вкладыш; 7 – гидроизоляция;  
 8 – соединительная планка; 9 – стяжной болт; 10 – накладка из швеллера

## 8.2. Усиление деревянных элементов стропильных крыш

На практике массово применяемыми деревянными конструкциями являются стропильные системы крыш.

В этих конструкциях основными дефектами являются:

- гниение элементов мауэрлата, соприкасающихся с кирпичной кладкой;
- участки стропильных ног, примыкающие к мауэрлату;
- стропила и обрешетка в местах протечек кровельного покрытия.

В эксплуатируемых скатных кровлях одним из основных дефектов являются продольные трещины в стропилах, появление которых вызвано высыханием древесины (усушечные трещины) или перегрузкой кровли.

**Усиление стропил, поврежденных продольными трещинами, выполняется стягиванием стальными хомутами на болтах** (рис. 8.3).

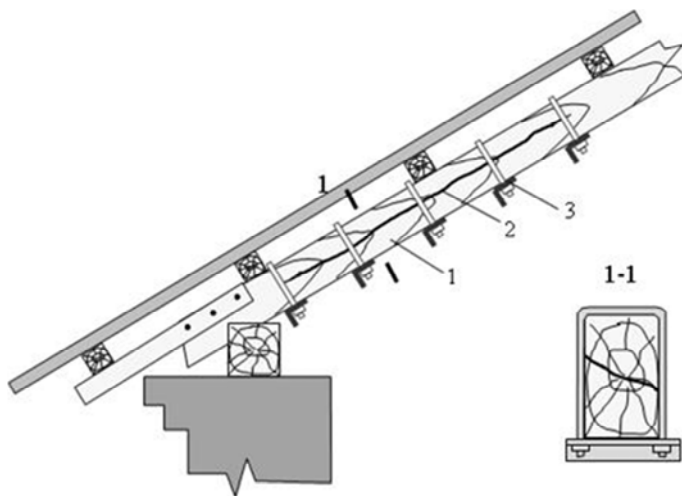


Рис. 8.3. Усиление деревянных элементов стягиванием стальными хомутами на болтах:

1 – усиливаемый элемент; 2 – продольная трещина; 3 – стальной хомут

Усиление стропил может производиться **увеличением поперечного сечения с помощью накладок на наиболее нагруженном участке или установкой шпренгелей** (рис. 8.4).

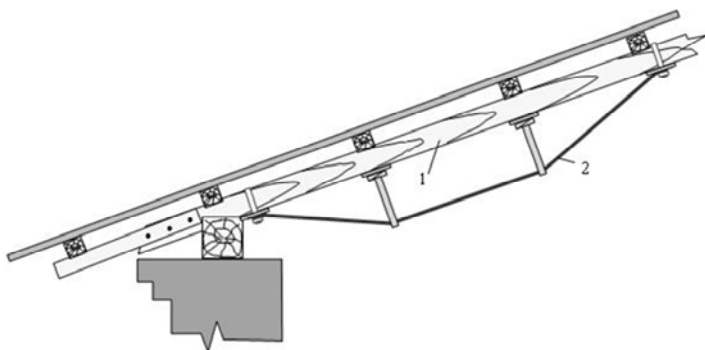


Рис. 8.4. Усиление деревянных элементов шпренгелем:  
1 – усиливаемый элемент; 2 – шпренгель

Увеличение прочности стыка стропил с мауэрлатом решается *устройкой дополнительных накладок или затяжки, воспринимающие горизонтальные усилия* (рис. 8.5).

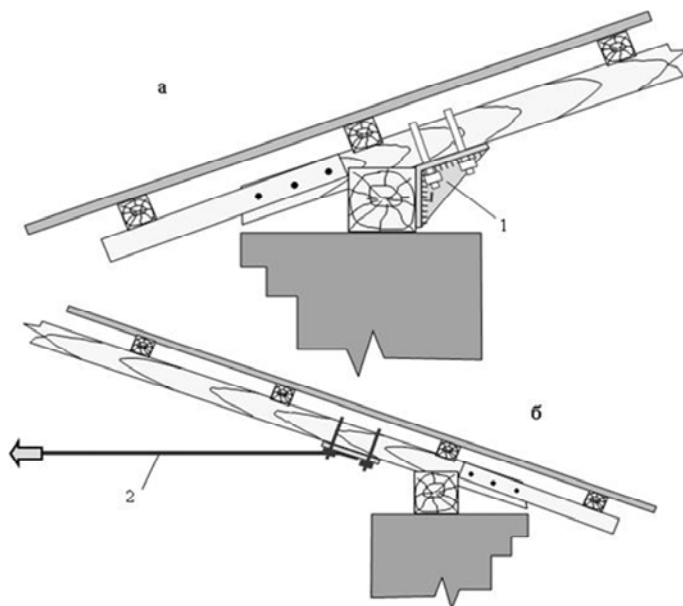


Рис. 8.5. Усиление стыка стропил с мауэрлатом:  
а – с помощью накладок; б – устройством затяжки;  
1 – стальная накладка; 2 – затяжка



При значительных дефектах деревянных конструкций устраивают полную замену элементов междуэтажных перекрытий и стропильной крыши путем установки новых стропильных конструкций рядом с демонтируемыми.

Одним из методов реконструкции стропильной крыши при увеличении на нее нагрузки (например, замена более легкого покрытия на более тяжелое) является *увеличение уклона стропил* (рис. 8.6).

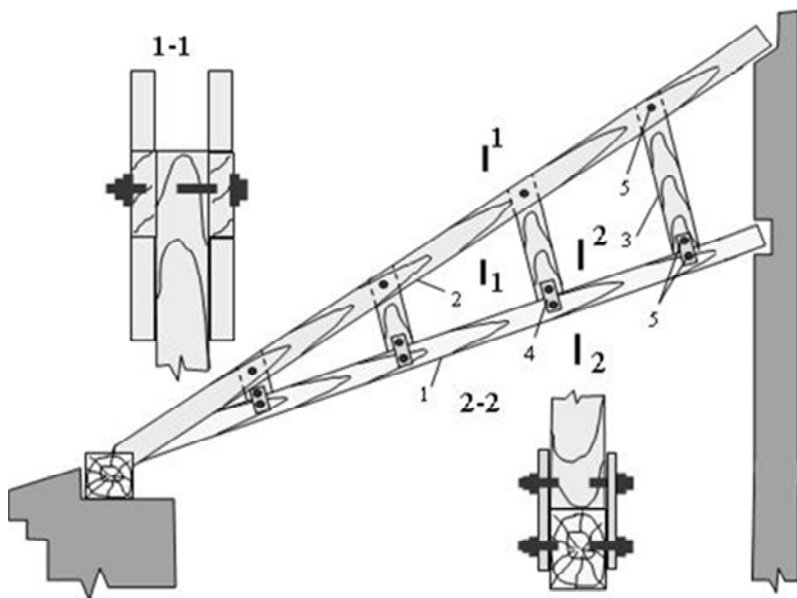


Рис. 8.6. Увеличение уклона стропил существующей крыши:  
1 – существующая стропила; 2 – новая стропила; 3 – дополнительная стойка;  
4 – соединительная планка; 5 – болты

### 8.3. Защита усиленных деревянных конструкций от загнивания и возгорания

Усиленные деревянные конструкции и элементы усиления должны быть защищены от гниения, воздействия вредителей и грибов, а также от возгорания.

Защита деревянных конструкций (элементов) от увлажнения называется *антисептированием*. При отсутствии опасности увлажнения

ния, наличии систематического проветривания, влажности окружающей среды до 25 % и гидроизоляции применяется одноразовое антисептирование (водный раствор фтористого натрия, кремнефтористого натрия, хлористого цинка и др.). При более сложных условиях эксплуатации – двухразовое антисептирование водными растворами солей или пропитка древесины. Деревянные элементы, подлежащие сплошной окраске не антисептируются.

Защита деревянных элементов от воздействия огня выполняется огнезащитными составами – **антипиренами** (бурой, борной кислотой, сульфатом аммония и др.). *Стальные элементы, используемые для усиления деревянных конструкций необходимо окрашивать антикоррозионными составами.*

## 9. РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СОВМЕЩЕННЫХ УТЕПЛЕННЫХ КРОВЕЛЬ

### 9.1. Общие положения

Как показывает практика, после 8–12 лет эксплуатации совмещенные утепленные кровли требуют реконструкции (капитального ремонта). Основными причинами необходимости проведения работ по реконструкции совмещенных утепленных рулонных кровель являются протечки кровли (дефекты в водоизоляционном ковре), снижение сопротивления теплопередаче совмещенного покрытия. Исследованиями установлено, что основное влияние на продолжительность эксплуатации совмещенных утепленных кровель без капитального ремонта, оказывает увеличение весовой влажности материала утеплителя в процессе эксплуатации.

Результаты натурных исследований показали, что после 8–12 лет эксплуатации из всех конструктивных элементов кровли наибольшие разрушения произошли со слоем пароизоляции. На участках стыков плит покрытия-разрушения составляют от 60 до 80 % площади стыков.

Следует отметить, что производители оклеечной пароизоляции также гарантируют срок ее эксплуатации до 8 лет. Разрушение пароизоляции происходит в результате кристаллизации битума, и, как следствие этого, образования микротрещин в материале.

В процессе эксплуатации зданий в них происходят осадочные деформации, которые приводят к разрушению цементно-песчанного раствора в стыках между плитами покрытия. Как следствие этого процесса, в стыках появляются зазоры, через которые на участках с разрушенной пароизоляцией из помещений поступает влажный воздух. Он и приводит к постоянному увлажнению слоя теплоизоляции. Исследованиями установлено, в течение каждого года эксплуатации кровли с разрушенной пароизоляцией, влажность утеплителя возрастает минимум на 1 %.

На сегодня для выполнения работ по восстановлению слоя пароизоляции необходимо демонтировать все вышележащие слои кровли: водоизоляционный ковер, выравнивающую стяжку, теплоизоляцию. Т. е. необходим демонтаж существующей кровли. Это очень трудоемкий технологический процесс. Расчеты трудоемкости по дей-

ствующим нормативным документам показали, что только на демонтаж 10 м<sup>2</sup> площади всех слоев кровли необходимо затратить почти 150 чел.-ч.

Учитывая, что при капитальном ремонте кровли (демонтаж старой кровли) без отселения жильцов с верхних этажей необходимы технические мероприятия по предотвращению протечек в совмещенном покрытии, которые потребуют дополнительные финансовые затраты, можно сделать следующий вывод: существующая технология капитального ремонта эксплуатируемых утепленных совмещенных кровли с последовательным размещением слоев нуждается в коренном пересмотре.

Анализ рекомендуемых нормативными документами Республики Беларусь для массового применения конструктивных решений совмещенных утепленных рулонных кровель позволяет сделать вывод, что оптимальным решением является применение инверсионной кровли. Устройство инверсионной кровли позволяет без демонтажа существующей совмещенной кровли, при минимальных трудозатратах обеспечить требуемые теплотехнические характеристики кровли и исключить увлажнение материала теплоизоляционного слоя от увлажнения на срок эксплуатации не менее 15–20 лет.

## **9.2. Технология реабилитации совмещенных утепленных рулонных кровель**

*Рекомендуемое конструктивное решение.* Основной задачей при выполнении работ по реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных кровель является разработка такого конструктивно-технологического решения, которое позволяет выполнять работы без демонтажа существующей кровли, т. е. выполнить утепление существующей кровли плитным утеплителем с последующим закреплением по нему водоизоляционного ковра из ПВХ-мембраны (рис. 9.1).

Рекомендуемое конструктивное решение аналогично инверсионной кровли. Отличие заключается в том, что водоизоляционный ковер из ПВХ-мембраны крепится к теплоизоляционному слою из плитного утеплителя, закрепленного на битумной мастике к существующему отремонтированному рулонному водоизоляционному ковра.

Следует отметить, что предлагаемое конструктивное решение реабилитации существующих кровель эффективно в случае отсутствия

пароизоляции. Роль пароизоляции в этом случае будут выполнять отремонтированные слои существующего водоизоляционного ковра.

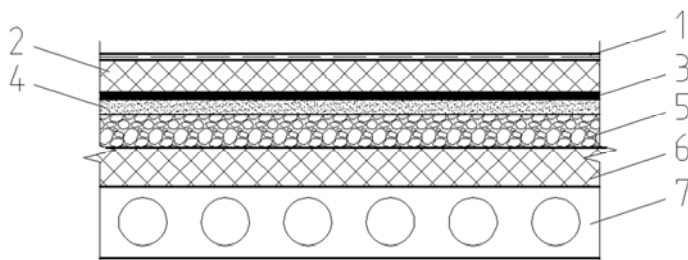


Рис. 9.1. Рекомендуемое конструктивное решение кровли для выполнения реабилитации:

- 1 – водоизоляционный ковер из ПВХ-мембраны; 2 – теплоизоляционный слой из минераловатных плит сверхжестких (по расчету);
- 3 – рулонный водоизоляционный ковер (существующий);
- 4 – цементно-песчаная стяжка (существующая); 5 – слой гравия керамзитового по уклону (существующий); 6 – слой теплоизоляции (существующий);
- 7 – ж/б многопустотная плита покрытия (существующая)

Для снижения нагрузки на существующие несущие конструкции покрытия рекомендуется в качестве дополнительной теплоизоляции использовать негорючие минераловатные плиты, по которым разрешается без устройства выравнивающей стяжки крепить ПВХ-мембрану.

Для реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель предлагается следующая **технология производства работ**.

До начала работ выполняются натурные обследование кровли с целью оценки технического состояния водоизоляционного ковра и выравнивающей стяжки.

По результатам натурных обследований разрабатывается ППР на реабилитацию кровли.

В составе ППР должны быть разработаны следующие технологические карты:

- ремонт выравнивающей стяжки на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм;
- устранение дефектов водоизоляционного ковра;
- устройство теплоизоляционного слоя;
- закрепление ПВХ-мембраны по плитному утеплителю.

Ремонт выравнивающей стяжки выполняется на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 5 мм. До начала работ на ремонтируемых участках стяжки снимают водоизоляционный ковер, демонтируют разрушенный материал стяжки, очищают поверхность от грязи и пыли и в случае необходимости просушивают.

Ремонт выравнивающей стяжки сводится, как правило, к выравниванию ее поверхности слоем холодной мелкозернистой асфальтобетонной смесью (при отрицательных температурах наружного воздуха) или цементно-песчаной смесью. При этом обеспечивается один уровень и уклон поверхности со смежными участками.

Ремонт рулонного водоизоляционного ковра сводится к устранению дефектов в водоизоляционном ковре с помощью устройства заплат в виде одного или двух дополнительных слоев рулонного материала на поврежденные участки кровли (рис. 9.2). Заплаты изготавливают из рулонных материалов, совместимых с материалом ремонтируемого водоизоляционного ковра.

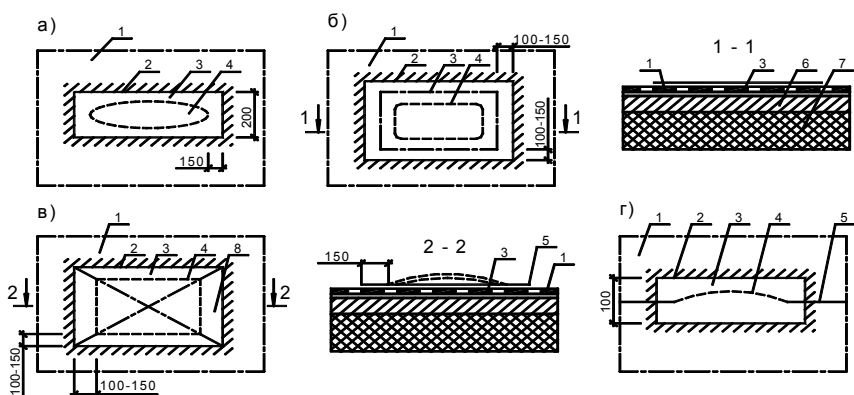


Рис. 9.2. Устройство заплат на рулонных кровлях в местах:

а – разрывов; б – пробоин; в – вздутий (воздушные мешки);

2 – отслоения краев полотнищ;

1 – рулонный ковер; 2 – мастика; 3 – заплата; 4 – граница повреждений;

5 – край полотнища; 6 – стяжка; 7 – утеплитель;

8 – разрезы поврежденного полотнища

Разрывы водоизоляционного ковра рекомендуется устранять следующим образом. Ремонтируемый участок водоизоляционного ковра

ра до начала работ очищают от пыли, грязи, просушивают. Затем поврежденный участок до поверхности кровли проконопачивают паклей, пропитанной мастикой. На подготовленную поверхность водоизоляционного ковра наклеивают заплату, перекрывающую границы повреждения на 100–150 мм (рис. 9.2, а).

*Пробоины слоев водоизоляционного ковра* (рис. 9.2, б) до начала работ необходимо расчистить от поврежденного рулонного материала, очистить от грязи, пыли и просушить.

Новые слои рулонного материала необходимо плотно прижимать к основанию, а стыки шпатлевать мастикой. Шпатлевку накладывают по периметру верхнего дополнительного слоя. Сопряжение полотнищ между собой (при больших повреждениях) производится с учетом указаний для устройства нового ковра.

Число вновь наклеиваемых слоев из рулонного материала должно быть на один слой больше снятых. Каждый последующий слой должен перекрывать стык нижних слоев не менее чем на 150 мм.

*Вздутия (воздушные мешки) водоизоляционного ковра* устраняют следующим образом. Вначале выполняют крестообразный разрез кровельного ковра в месте его вздутия. Затем, отогнув разрезанные края ковра в стороны, очищают вскрытую поверхность от пыли и грязи. При необходимости ремонтируемую поверхность кровельного ковра сушат. Для гарантированного удаления влаги рекомендуется применять сушильные установки с принудительной вентиляцией марки СО-222. На поврежденный участок по контуру вздутия наносится мастика, выдерживается до прекращения прилипания и затем тщательно прижимается от краев к разрезу. На место разреза наклеивается заплата. Заплата должна перекрывать поврежденный участок на 100–150 мм (рис. 9.2, в).

*Отслоившиеся участки водоизоляционного ковра* приклеивают к основанию. Расслоившиеся между собой полотнища склеивают и надежно соединяют в швах. Ремонтируемые участки тщательно укатывают катком после предварительной шпатлевки швов мастикой. На поврежденные кромки верхних полотнищ наклеивают заплату (рис. 9.2, г).

В последние годы разработана эффективная технология частичного ремонта рулонного водоизоляционного ковра, основанная на применении термомеханической обработки водоизоляционного ковра. Восстановление водонепроницаемости и монолитности ковра

осуществляется без замены поврежденных слоев, путем регенерации содержащихся в рулонном ковре битумных материалов. В Республике Беларусь при выполнении ремонтных работ рулонных кровель по данной технологии наиболее широко применяется разработка фирмы «АВИСТЕН» (Россия, г. Самара). В основу предлагаемой этой фирмой технологии ремонта совмещенных рулонных кровель положен принцип прогрева существующего рубероидного ковра с помощью термоэлектрического аппарата марки АП (рис. 9.3).

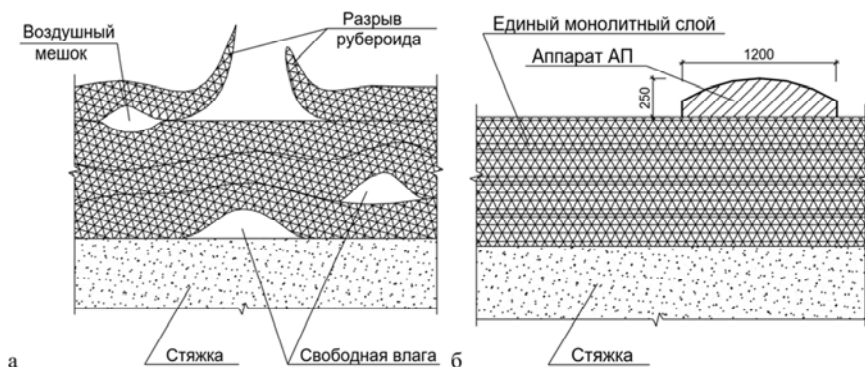


Рис. 9.3. Ремонт водоизоляционного ковра с помощью прогрева термоэлектрическим аппаратом марки АП:

*а* – состояние рулонного ковра до ремонта; *б* – рулонный ковер после ремонта

Аппарат марки АП имеет массу 16 кг и размеры в плане 1,2×1,2 м. Производительность – до 100 м<sup>2</sup> отремонтированной кровли в день.

Однако, как показала практика, эффективность применения этой технологии снижается при ремонте рулонного водоизоляционного ковра, эксплуатируемого более 8–10 лет.

По завершении работ по ремонту водоизоляционного ковра приступают непосредственно к устройству слоя теплоизоляции.

Теплоизоляцию инверсионной кровли рекомендуется выполнять из плит минераловатных с прочностью на сжатие не менее 0,1 МПа.

Так как механическое крепление теплоизоляционных плит в инверсионной кровле не допускается, рекомендуется следующая технология производства работ.

*Укладка теплоизоляционных плит* будет выполняться на битумной мастике следующим образом. До начала работ по укладке теп-



лоизоляционных плит для обеспечения ровности основания под водоизоляционный ковер выполняется нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки. Затем на подготовленную (очищенную от пыли и грязи) поверхность отремонтированного водоизоляционного ковра наносят битумную мастику и сразу разравнивают ее тонким слоем. На свеженанесенную мастику (по делянкам) укладывают маячные теплоизоляционные плиты, плотно прижимая их к подготовленной поверхности. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом укладывают рядовые плиты. Теплоизоляционные плиты должны плотно прилегать друг к другу и склеиваться с несущим основанием (водоизоляционный ковер) по всей площади. Зазоры в стыках между уложенными плитами шириной более 5 мм заполняют крошкой теплоизоляционного материала, уплотняют и заливают мастикой.

Неправильно уложенные плиты (качающиеся или прогибающиеся), приклеивают заново.

Технологическая схема укладки теплоизоляционных плит на мастике приведена на рис. 9.4.

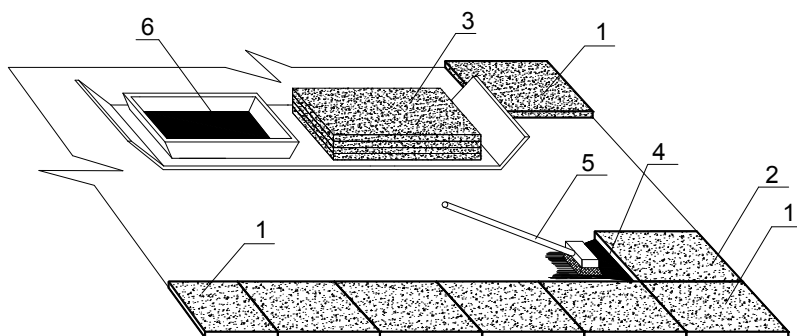


Рис. 9.4. Технологическая схема укладки плитного утеплителя на мастике:

- 1 – маячная плита; 2 – плиты маячного ряда;
- 3 – складирование плит на кровле; 4 – слой мастики;
- 5 – гребок с резиновой вставкой для разравнивания мастики;
- 6 – емкость для мастики

Для увеличения срока эксплуатации без ремонтов кровель, прошедших реабилитацию, водоизоляционный ковер рекомендуется выполнять из ПВХ-мембран. Полимерные мембраны относятся к пони-

женной группе горючести. Укладываются они в один слой при температурах наружного воздуха до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  и не имеют ограничений по максимальному уклону несущего основания. Они стойки к УФ-излучению, что не требует наличия защитной посыпки. Способность пропускать водяной пар, образующийся в кровельной конструкции в процессе ее эксплуатации, позволяет исключить появление вздутий (воздушные мешки) при существенном увлажнении слоя утеплителя.

Учитывая, что применение механических креплений в инверсионной кровле не допускается, рекомендуется для крепления мембраны к основанию использовать *теплосварной способ*. *Производство работ выполняется в следующей технологической последовательности*. Вначале осуществляется подготовка кромок отдельных полотнищ к сварке. Мембранное полотно в местах сварки (кромка шириной до 1 см) очищается от грязи и выравнивается от складок специальным роликом. Параллельно очищают от грязи основание кровли в местах крепежа ПВХ-мембран. Затем с помощью сварки горячим воздухом выполняется закрепление мембранного покрытия к основанию кровли. Выполняется оно с использованием автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ» создающего воздушную струю, температура которой доходит до  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На данный момент теплосварной способ крепления мембран к основанию кровли считается более надежным по сравнению с остальными. Этот способ эффективен при устройстве совмещенных кровель с минимальным количеством примыканий и большой площадью покрытия.

### **9.3. Технология восстановления эксплуатационных характеристик материала засыпного утеплителя на кровле**

Как показывает практика, после 3–5 лет эксплуатации кровля требует частичного ремонта, суть которого заключается в устройстве заплат на поврежденные участки кровли.

Для качественного проведения частичного ремонта необходимо, чтобы влажность материала теплоизоляционного слоя на участках устройства заплат не превышала значения, установленные действующими нормативными документами.

Исследованиями установлено, что влажность утеплителя в местах протечек кровель (в 3–4 раза) превышает нормативные значе-

ния. Следовательно, до устройства заплат увлажненный утеплитель необходимо просушить, либо заменить.

Установлено, что для климатических условий Республики Беларусь просушить утеплитель до требуемой влажности на кровле с помощью вытяжек невозможно.

На кафедре ТСП БрГТУ разработана технология восстановления эксплуатационных (в первую очередь теплоизоляционных и прочностных) сыпучих утеплителей (гравий керамзитовый, аглопатит) непосредственно на кровле. Основу этой технологии составляет процесс омоноличивания зернистых материалов в местах их взаимного контакта с помощью тонких склеивающихся прослоек. Эти прослойки создаются путем введения в каркасообразующий материал маловязких композиций связующего (жидкотекучие композиции полимеров, цемента, глины, растворимого стекла), тонким слоем распределенного по поверхности зерна, которые затем приводят в соприкосновение. Схема строения структуры сыпучих теплоизоляционных материалов, прошедших восстановление методом контактного омоноличивания дана на рис. 9.5.

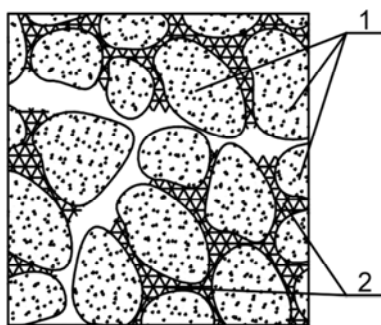


Рис. 9.5. Схема строения материала, прошедшего контактное омоноличивание:  
1 – каркасообразующий материал (гранулы); 2 – склеивающая прослойка

Совмещение процессов просушки переувлажненных сыпучих материалов и восстановления их пористой структуры (с преобладающим объемом закрытых пор) в разработанной технологии реализуется следующим образом. Для удаления свободной влаги из материала, создания склеивающих прослоек и пленок на поверхности гранул засыпных утеплителей применена гидрофильная смесь в ви-

де порошка (ГС) на основе полуводного гипсового вяжущего. Базирясь на исследованиях свойств ГЦПВ, выполненных А. В. Волженским с сотрудниками и результатах лабораторных исследований, подобран рациональный состав гидрофильной смеси: *полуводный гипс – 70–60 %, портландцемент – 10–15 %, пуццолановая добавка (керамзит) – 20–25 %.*

Выполненные исследования позволяют рекомендовать следующую ***технологию производства работ.***

Нагнетание сухой ГС в слой сыпучего переувлажненного утеплителя выполняется через инъекторы. Технологический процесс нагнетания ГС является комплексным, состоящим из подготовительных и основных процессов.

*Подготовительные процессы включают:*

- разметку на кровле мест установки инъекторов и расположение контрольных отверстий;
- сверление отверстий (для установки инъекторов; контрольных) в водоизоляционном ковре и выравнивающей стяжке.

*Основные технологические процессы включают:*

- установку инъектора в рабочее положение и герметизацию стыка его с кровлей;
- нагнетание гидрофильной смеси через инъектор в слой сыпучего утеплителя;
- извлечение инъектора и ремонт выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инъектора.

Разметка мест (точек) установки инъекторов и расположения контрольных отверстий на ремонтируемой совмещенной кровле осуществляется в полном соответствии с проектом производства работ. Разметка выполняется с использованием измерительных инструментов (рулетка, шаблон и др.). Места (точки) установки инъекторов и расположения контрольных отверстий на водоизоляционном ковре отмечаются несмываемой краской. *Рекомендуется инъекторы устанавливать с шагом не более 80 см.*

Сверление отверстий в водоизоляционном ковре и выравнивающей цементно-песчаной стяжке выполняется с помощью электроинструмента: ручных электрических сверлильных машин. Диаметр просверленных отверстий принимается на 1–2 мм больше наружного диаметра инъектора. *Во избежание разрушения выравнивающей*

цементно-песчаной стяжки в процессе нагнетания ГС в слой теплоизоляции необходимо на захватке просверлить все отверстия. Установка иньектора в рабочее положение и герметизация стыка его с кровлей. Для уменьшения объема ручных операций при производстве работ погружение иньектора в слой сыпучего утеплителя рекомендуется выполнять с помощью отбойного молотка (рис. 9.6). Для обеспечения герметизации стыка иньектора с кровлей используется уплотнительная шайба 2, выполненная из вулканизированной резины.

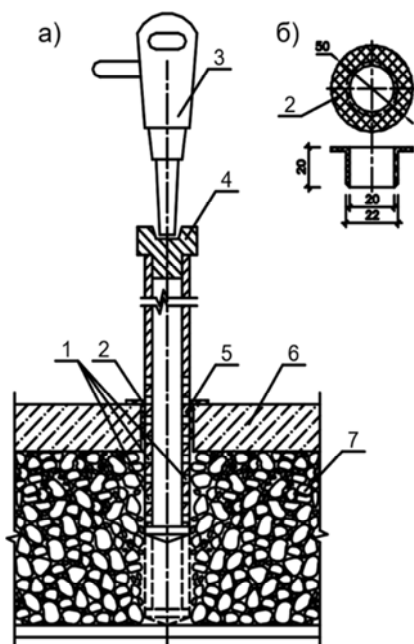


Рис. 9.6. Схема погружения иньектора в слой сыпучего утеплителя:  
 1 – отверстия в иньекторе; 2 – уплотнительная шайба;  
 3 – отбойный молоток; 4 – наголовник; 5 – иньектор;  
 6 – цементно-песчаная стяжка; 7 – гравий керамзитовый

**Нагнетание гидрофильной смеси в слой сыпучего утеплителя через иньектор** является основным процессом при производстве работ по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных теплоизоляционных материалов непосредственно на эксплуатируемых совмещенных кровлях. От того, насколько равно-

мерно гидрофильная смесь (порошок) распространится в слое восстанавливаемого утеплителя, зависит качество выполненной работы.

*Для обеспечения равномерного распространения гидрофильной смеси в слое теплоизоляции рекомендуется следующая последовательность производства работ по ее нагнетанию через инъекторы:*

1. По завершении работ по установке инъектора в рабочее положение и герметизации стыка с кровлей, в течение 5–6 секунд выполняется «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом через инъектор. Величина давления «продувки» принимается равной величине рабочего давления, т. е. около 0,9 МПа. Цель предварительной «продувки»: восстановить межзерновую структуру слоя сыпучего утеплителя в месте установки инъектора и в радиусе нагнетания ГС.

2. По завершении процесса «продувки» осуществляется подача гидрофильной смеси в слой теплоизоляции. Для выполнения этой операции расчетом по следующей формуле определенное количество порошка гидрофильной смеси, которое необходимо, засыпается в емкость (бачек) для нагнетания с одной установки инъектора и нагнетается при рабочем давлении через инъектор в слой сыпучего утеплителя.

Расчет расхода количества вводимого порошка ГС в кг с одной позиции установки инъектора предлагается вычислять по следующей формуле:

$$Q = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot n \cdot A, \text{ кг,}$$

где  $R$  – радиус распространения ГС в слое засыпного утеплителя, м;

$l$  – длина заходки, м (принимается равной длине перфорированной части инъектора);

$n$  – пористость засыпного утеплителя (процент открытых пор в засыпном утеплителе);

$A$  – коэффициент межзерновой пустотности засыпного утеплителя.

*При выполнении расчетов рекомендуется принимать:*

$R = 0,8$  метра.

$n$  – для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 600–650 кг/м<sup>3</sup> – 10–15 %;

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 650–750 кг/м<sup>3</sup> – 15–20 %;

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 750–800 кг/м<sup>3</sup> – 20–25 %.

$A$  – для материала со средней насыпной плотностью от 600 до 700 кг/м<sup>3</sup> – 1,05–1,1;

– для материала со средней насыпной плотностью от 700 до 800 кг/м<sup>3</sup> – 1,1–1,15.

3. Сразу по завершении нагнетания порошка ГС в слой теплоизоляции выполняется повторная «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом через иньектор. Величина давления воздуха принимается равной величине рабочего давления, т. е. около 0,9 МПа. Повторная «продувка» сжатым воздухом должна обеспечить равномерное распространение гидрофильной смеси в радиусе действия иньектора. Повторная «продувка» выполняется до тех пор, пока порошок ГС не будет зафиксирован в контрольных отверстиях. По завершении процесса нагнетания ГС в слой сыпучего утеплителя на захватке и извлечения иньектора из совмещенной кровли приступают к работам по ремонту вскрытых участков выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра. Для снижения трудоемкости производства работ ремонт вскрытых участков выравнивающей цементно-песчаной стяжки рекомендуется выполнять с использованием предварительно изготовленных «заглушек» (рис. 9.10).

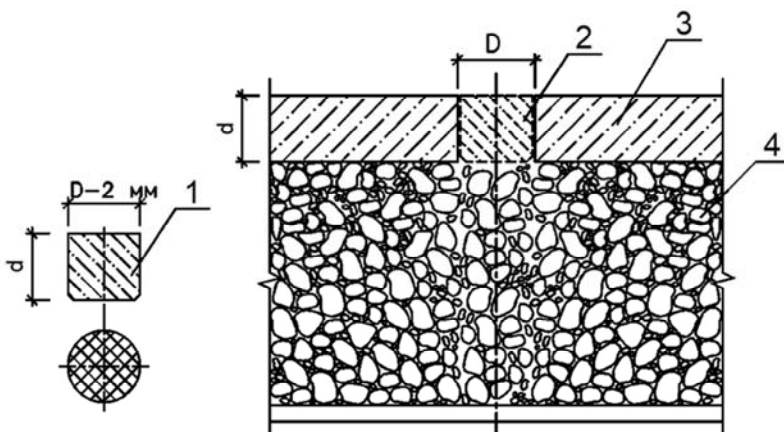


Рис. 9.10. Схема заделки отверстий в стяжке «заглушками» из цементно-песчаного раствора:

- 1 – предварительно изготовленная «заглушка»; 2 – отверстие в стяжке (контрольное; для установки иньектора); 3 – цементно-песчаная стяжка; 4 – сыпучий утеплитель после нагнетания ГС

«Заглушки» целесообразно изготавливать на строительной площадке из цементно-песчаного раствора, аналогичного по составу выравнивающей стяжке. Геометрические размеры «пробок» принимаются исходя из возможности их свободной установки во вскрытые участки цементно-песчаной стяжки (рис. 9.10).

Ремонт вскрытого водоизоляционного ковра рекомендуется выполнять, наклеивая заплаты, перекрывающие границы отверстий на 100–150 мм (рис. 9.11).

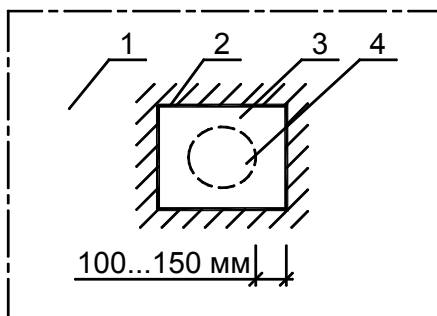


Рис. 9.11. Устройство заплат в водоизоляционном ковре:

1 – рулонный ковер; 2 – мастика; 3 – заплата;  
4 – отверстие для иньектора (контрольное отверстие)

Заплаты изготавливают из рулонных материалов, аналогичных уложенным в существующем водоизоляционном ковре, или из эластомерного рулонного материала Элон.

*Технологическое оборудование для нагнетания сухой смеси в слой переувлажненного сыпучего утеплителя.*

Для нагнетания ГС в слой переувлажненного сыпучего утеплителя разработан комплект технологического оборудования, включающий:

- а) иньектор;
- б) емкость для гидрофильной смеси;
- в) компрессор.

**Иньектор** (рис. 9.12) изготавливается из стальных бесшовных горячедеформированных труб диаметром 20 мм (ГОСТ 8731-87). Общая длина иньектора – 300–400 мм. Длина рабочей зоны иньектора *l* принимается равной толщине слоя восстанавливаемого пере-



увлажненного сыпучего утеплителя. Для подачи порошка в слой утеплителя в рабочей зоне иньектора выполняется перфорация в виде отверстий  $3 \text{ } \varnothing 3 \text{ мм}$ ; шаг отверстий – 8 мм.

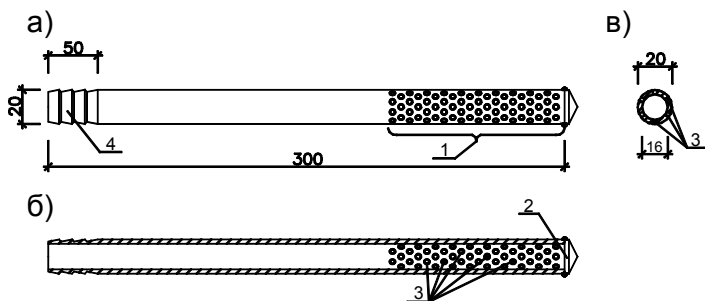


Рис. 9.12. Иньектор для нагнетания ГС в слой сыпучего утеплителя (чертеж):  
*a* – общий вид; *б* – продольный разрез; *в* – поперечный разрез;  
*1* – рабочая зона с перфорацией; *2* – металлическая заглушка торца трубы;  
*3* – отверстия  $\varnothing 3 \text{ мм}$  с шагом 8 мм;  
*4* – гребенка для крепления подающего шланга

Быстрое и надежное соединение иньектора с подающим шлангом от компрессора (или корпуса емкости для гидрофильной смеси) обеспечивает металлическая гребенка *4*, соединенная на сварке с корпусом иньектора.

Фотография иньектора, примененного при проведении работ по реконструкции кровли, дана на рис. 9.13.

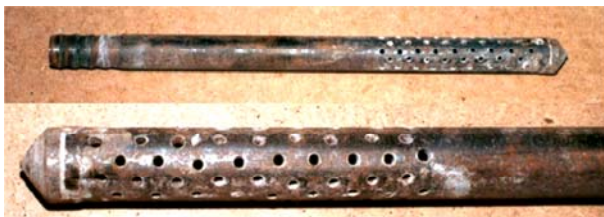


Рис. 9.13. Общий вид (фотография) иньектора, используемого при производстве работ

Корпус емкости для ГС (рис. 9.14) изготовлен на сварке из металлического листа толщиной 1 мм.

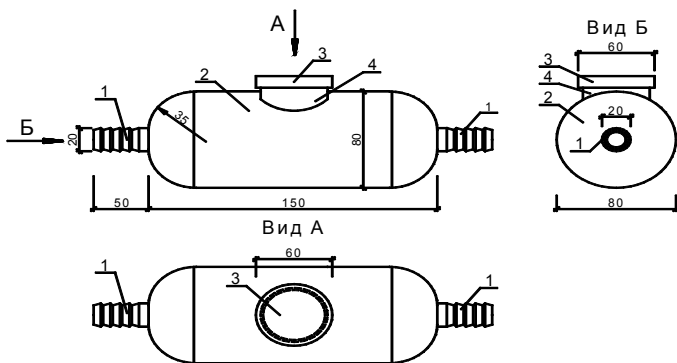


Рис. 9.14. Емкость для гидрофильной смеси (чертеж):  
 1 – гребенка для закрепления шланга; 2 – корпус емкости  
 (металлический лист толщиной 1 мм); 3 – металлическая крышка;  
 4 – горловина для засыпки материала

Для присоединения шлангов в торцах емкости приварены гребенки  $\text{Ø}20$  мм 1. Одна гребенка служит для подачи воздуха от компрессора в емкость, а другая – для подачи ГС (порошка) в иньектор.

Гидрофильная смесь для проведения работ засыпается в корпус емкости через горловину 4, которая герметично закрывается крышкой 3. Герметичность корпуса емкости в процессе нагнетания ГС обеспечивается резиновой прокладкой в крышке 3.

Фотография емкости для гидрофильной смеси, изготовленная для ремонтных работ совмещенной кровли, приведена на рис. 9.15.



Рис. 9.15. Общий вид емкости для гидрофильной смеси (фотография), используемой при производстве работ

Для создания давления при подаче ГС в засыпной утеплитель может применяться компрессор заводского изготовления, обеспечивающий на выходе давление не менее 1 МПа.

## 10. РЕАБИЛИТАЦИЯ (РЕМОНТ) ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

### 10.1. Общие положения

Согласно действующим нормативным документам, в состав отделочных работ входят: *штукатурные, облицовочные, малярные, обойные и стекольные работы.*

Основной задачей отделки конструкций зданий помещений и фасадов является как придание им эстетического вида, так и защита от внешних и эксплуатационных воздействий.

В связи с этим реабилитация (ремонт) защитных покрытий конструкций эксплуатируемых зданий является актуальной задачей, и для качественного выполнения ремонтных работ отделочных покрытий необходимо знание эффективной технологии их производства, позволяющее обеспечить требуемое качество.

Ремонтные отделочные работы внутри здания должны выполняться при температуре в помещениях и температуре оснований, на которых выполняются отделочные покрытия, не ниже 10 °С и влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 10 °С работы внутри здания должны выполняться при действующих системах отопления и вентиляции.

Температура в помещениях не ниже 10 °С должна поддерживаться круглосуточно, не менее 2 сут. до начала работ, в процессе выполнения работ и не менее 12 сут. после их завершения.

Ремонтные отделочные работы фасадов здания должны выполняться при отсутствии атмосферных осадков и температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. При температуре окружающего воздуха ниже 5 °С отделочные работы снаружи здания должны выполняться материалами, область применения которых при низких температурах предусмотрена в действующих ТНПА.

Выполнение отделочных покрытий по основаниям, имеющим высолы, жировые и битумные пятна, наплывы бетона или раствора, покрытым ржавчиной или побелкой, не допускается. Обеспыливание поверхности следует производить перед нанесением каждого слоя отделочного покрытия.

## 10.2. Ремонт монолитной штукатурки

Перед ремонтом монолитной штукатурки всю оштукатуренную поверхность простукивают молотком и снимают осыпавшийся слой.

*Поврежденную штукатурку деревянных конструкций*, а при необходимости и дрань полностью удаляют, поверхности тщательно очищают от пыли и остатков раствора. При толщине штукатурных наметов на вертикальных поверхностях до 30 мм и на горизонтальных до 25 мм деревянные поверхности должны обиваться штукатурной дранью с размерами в свету 15×45 мм, а участки, на которых необходимо нанести больший по толщине намет, обтягиваться проволочным плетением или металлической сеткой. Места сопряжений оштукатуриваемых конструкций, выполненных из разных материалов, обивают металлической сеткой на 40–50 мм по обе стороны стыка. Места примыкания старой штукатурки к новой, а также поверхность слоя прочного грунта перед оштукатуриванием должны быть насечены и смочены водой.

Трещины в штукатурке следует расчищать на полную глубину, промывать водой, после чего заполнить раствором с тщательной затиркой. Фактура новой штукатурки должна соответствовать фактуре старой. Свежеоштукатуренные поверхности следует предохранять от чрезмерно быстрого высыхания, ударов, сотрясений, загрязнений и намокания.

***При восстановлении разрушенных тяг*** поступают следующим образом.

*Если длина разрушенной части 1 м, количество таких разрушенных мест небольшое* и все разрушенные тяги имеют разные профили, их восстанавливают с помощью длинной линейки как при разделке угла.

*Когда разрушено много тяг*, и по длине они больше метра и все одинакового профиля, по тягам изготавливают профильную доску и шаблон, навешивают правила и выполняют обычное вытягивание.

Чтобы снять точный профиль тяги, сначала расчищают от набела небольшое место на тяге и прорубают сквозное отверстие на всю глубину штукатурки или выравнивают край старой разрушившийся тяги. К поперечному профилю тяги приставляют картон и обводят карандашом профиль тяги. Затем вырезают профиль, приставляют картон к тяге, проверяя его точность, и, если нужно, исправляют

профиль. По этому рисунку вырезают стальной профиль и профильную доску и монтируют шаблон. Навешивают правила и вытягивают разрушенные места по подготовленной поверхности. Вновь вытянутые места должны в точности воспроизводить старую тягу. Места стыков не должны быть заметны.

*При ремонте декоративных штукатурок*, выполненных из цветных растворов, обработанных под соответствующую фактуру, рекомендуется следующая последовательность выполнения работ. В зависимости от объема работ разрушенную поверхность очищают от пыли и грязи вручную стальными щетками или механизированным инструментом, или пескоструйным аппаратом. По очищенной штукатурке подбирают цвет образцов. Для этого изготавливают несколько образцов штукатурки тех же составов и по той же технологии, по которой выполнена основная штукатурка. Высохшие образцы сопоставляют с ремонтируемой штукатуркой и устанавливают оптимальные составы для ремонта. После этого отбивают отставшую и слабодержащуюся штукатурку и подготавливают поверхности (очищают от старого раствора и насекают). Если отстала штукатурка вместе с подготовительным слоем, то сначала наносят подготовительный слой из такого же раствора, каким он был выполнен ранее, насекают его и просушивают.

Перед нанесением декоративных растворов кромки старой штукатурки обрубают, чтобы свежий раствор примыкал к свежей, чистой поверхности. Затем кромки смачивают водой, наносят раствор, уплотняя его. После выдержки нанесенного раствора его обрабатывают под фактуру. При этом глубина насечки должна быть такой же, как у старой штукатурки.

Нарушенные тяги натирают полуторками или вытягивают так, чтобы они сошлись с ранее выполненными. Куски разрушенных тяг можно заменять отлитыми в формах вставками, точно повторяющими форму ремонтируемой тяги. Места стыков затирают.

Для ремонта руствованных штукатурок применяют профилированные рейки из дерева, гипсового или цементного раствора.

*Реставрационные работы.* При реставрационных работах восстановленная декоративная отделка не должна отличаться от старой. Реставрируя известково-гипсовые штукатурки, устанавливают состав раствора старой штукатурки, и все восстановительные работы ведут только раствором этого состава.

При изготовлении шаблона для реставрации тяг стальной профиль копируют с расчищенной от набега тяги. Все поврежденные места тяги восстанавливают точно, без упрощения. Во время ремонта допускается некоторое упрощение сложных профилей, а также разрешается некоторые места тяги разделять от руки, натирая правилом или полутерком.

В реставрационных растворах для каменных штукатурок крошку применяют такой же крупности и из камня той же породы, что и в реставрируемой штукатурке. Пигменты подбирают свето- и щелочестойкие. Из раствора делают несколько образцов, сушат их, сопоставляют по цвету, обрабатывают и выбирают идентичный восстанавливаемой штукатурке образец. Реставрацию выполняют после утверждения образца. При восстановлении рустованных камней с сборной фактурой заполнитель (щебень) подбирают такой же крупности и формы, как в старой штукатурке, и набирают его так, чтобы он не выделялся среди других камней.

Если повреждена большая часть цветной декоративной штукатурки (плоскости или тяги), целесообразно срубить всю старую штукатурку и отштукатурить все заново.

*При реставрации штукатурки граффито* изготавливают трафарет, точно воспроизводящий рисунок восстанавливаемой штукатурки. Определяют толщину наносимых слоев, подбирают цветные растворы для слоев, проверяют их цвет. До начала работ удаляют слабодержащуюся штукатурку, поверхность смачивают ее водой. Наносят накрывочные слои. Накладывают трафарет, делают припох и по трафарету вырезают рисунок.

### **10.3. Ремонт облицовки и керамической плитки**

В большинстве случаев дефекты в облицовке возникают в результате нарушения технологии производства работ.

Наиболее серьезным дефектом облицовки из керамических плиток является отслаивание плиток от основания, которое можно обнаружить простукиванием покрытия. Причиной отслоения может быть применение жирных цементных растворов, при твердении которых возникают значительные усадочные деформации. Чтобы уменьшить последствия усадки цементного раствора в период его твердения, плиточное покрытие увлажняют, в необходимых случаях

раствор армируют сеткой, применяют более тощие растворы. Плохо выровненное основание, у которого участками толщина слоя раствора больше допустимой, также может быть причиной отслаивания плиток. Поэтому перед началом работ необходимо тщательно проверять основание и обнаруженные большие неровности облицовываемой поверхности выравнивают мелкозернистой бетонной смесью. *Применять для выравнивания основания раствор запрещается.*

Плитка отслаивается также при:

- применении цементного раствора, который уже начал схватываться;
- укладке запыленных и загрязненных плиток с жировыми или смоляными пятнами.

Иногда в *плиточных полах* больших помещений через некоторое время после начала эксплуатации появляются трещины в виде сплошных поперечных линий. Причиной этого дефекта является настилка покрытий без устройства деформационных швов под температурными швами перекрытия или же неправильное выполнение примыкания к ним.

Установлено, что причиной отслаивания плитки отдельными участками могут быть динамические нагрузки. Для предотвращения или уменьшения развития такого дефекта рекомендуется слой раствора, на который настилают плитку, укладывать на песчаную подушку из влажного песка толщиной 4–5 мм с добавлением к нему 1 % цемента. Такой слой песка, кроме того, смягчает передачу полу деформаций перекрытия и предупреждает вытягивание бетоном воды из раствора.

*Плиточные полы первого и подвального этажей*, уложенные по бетонной подготовке на грунте, могут разрушиться от осадки и вспучивания грунта. Осадка происходит при наличии под бетонной подготовкой насыпного грунта, который под действием нагрузки уплотняется. Прочность цементного раствора, используемого для укладки плитки, снижается также от нагревания покрытия (например, солнечными лучами) свеженастланного пола, если его не поддерживают во влажном состоянии.

Прочность плиточных полов, настилаемых на кислотостойких растворах с применением жидкого стекла, наоборот, заметно снижается, если после укладки покрытие не выдерживают в сухих условиях и не предохраняют от попадания на него воды, кислот и их растворов.

Причиной нарушения цельности покрытия полов из плитки, уложенной на битумных и дегтевых мастиках, под нагрузками, действующими на сдвиг и отрыв, является их настилка по мокрой или недостаточно просохшей стяжке. При этом отсутствует необходимое сцепление слоя раствора с основанием (стяжкой) и плитки образуют сплошной ковер, свободно лежащий на твердом основании. Во всех приведенных случаях требуется частичный или сплошной ремонт плиточного покрытия.

Рекомендуется следующая последовательность.

Вначале выявляют отслоившие участки покрытия простукиванием всей площади помещения. Затем разбирают места, подлежащие ремонту. Причем разбирают покрытие только в том случае, если это можно сделать без повреждения плиток. В противном случае дефектные места демонтируют, т. е. сбивают плитку перфоратором вместе с раствором. Демонтаж начинают с разрушения крайней плитки, которую разбивают на куски и удаляют. После этого снимают остальные плитки зубилом или скарпелем. При снятии плиток удар острия зубила направляют несколько ниже плоскости соприкосновения плитки с раствором, чтобы не повредить плитки и по возможности использовать их повторно.

Затем, в зависимости от объема работ, зубилом или электрифицированным инструментом удаляют слой раствора до поверхности подготовки под плитку. Оснований под плитку очищают от мусора и выравнивают бетоном или раствором. При необходимости восстанавливают нарушенную гидроизоляцию. После восстановления основания выполняют плиточное покрытие по той же технологии, как новое.

При ремонте покрытия из керамической плитки на битумной мастике отслоившиеся или разбитые плитки удаляют, не нарушая цементной стяжки. Остатки мастики удаляют стальным шпателем и заменяют старые плитки новыми.

#### **10.4. Ремонт облицовки синтетическими покрытиями**

Наиболее частый дефект в облицовочных покрытиях – отслаивание облицовочного материала в клеевой прослойке. Это определяется простукиванием облицованной поверхности или визуально. Причина этого дефекта – нарушение технологии производства работ, применение некачественной мастики.



При ремонте облицовку на таких участках снимают, старую мастику удаляют, основание очищают от пыли и грязи и затем эти участки облицовывают новыми материалами с соблюдением технологии. Если качество снятых облицовочных материалов соответствует техническим условиям, то они могут применяться повторно. Дефектные места в облицовке исправляют, применяя те же инструменты, что и при выполнении облицовочных работ. Чтобы обеспечить совместимость клеящих материалов ремонтные работы следует проводить с использованием тех же мастик или клеев, на которых облицовка крепилась ранее. Например, по битумной мастике нельзя наносить мастику КН-2 или КН-3. Если на облицовочных изделиях появились трещины, сколы, пятна и другие аналогичные дефекты, то такие изделия удаляют с помощью скrapеля или зубила и заменяют новыми.

*При ремонте облицовок из крупноразмерных листов или панелей* сначала снимают раскладку, а затем сами листы. Если необходимо, то заменяют отдельные деревянные рейки, при этом деревянные пробки заменяют новыми, которые ставят на гипсовом растворе. При ремонте деревянных каркасов рейки следует крепить шурупами.

*При ремонте тонкослойных облицовок (плитки, пленки и т. п.),* когда заменяют отдельные участки плиток или рулонов, необходимо дополнительно выравнивать шпатлевками разрушенные места основания.

*При ремонте подвесных потолков* от деформации и перекосов металлических подвесок или направляющих заменяют отдельные металлические элементы с предварительным снятием акустических и декоративных плит. При устранении дефектов в подвесных потолках, вызванных нарушением температурно-влажностного режима при эксплуатации, протечками, различными механическими воздействиями и другими эксплуатационными факторами дефекты на акустических плитах в зависимости от их характера исправляют, окрашивая плиты вододисперсионными красками или заменяя их новыми.

*Дефекты покрытий полов* возникают в результате нарушения технологии их устройства и реже из-за применения некачественных материалов. Наиболее распространенный дефект в полах отслаивание покрытия от основания. Основные причины отслаивания: низкая прочность сцепления мастики с основанием или покрытием пола; большая деформативность материала покрытия; неровная поверхность основания; большие эксплуатационные воздействия.

При ремонте отслоившееся покрытие снимают, тщательно очищают от пыли и грязи основание, затем его грунтуют и просушивают. При необходимости основание выравнивают полимерцементным раствором. Работы по укладке материала покрытия пола должны выполняться в соответствии с разработанной технологической картой. Наклейка материала покрытия пола на толстом слое мастики не допускается, т. к. при затвердевании мастики из нее испаряются летучей фракции растворителя, что способствует образованию в покрытии пузырей. Такие участки переклеивают заново. Если при этом пузыри не исчезают, то отдельные участки следует заменить новым материалом покрытия пола.

Синтетическое покрытие пола заменяют, если на нем есть темные пятна от мастики. Такие пятна ничем не выводятся.

*Любые разрывы на пленочных полах* заваривают горячим воздухом. Разрушившиеся стыки между полотнищами рулонов линолеума на теплозвукоизолирующей подоснове заваривают горячим воздухом с помощью поливинилхлоридных прутков. В полах из растяжимой пленки и линолеума на теплозвукоизолирующей подоснове часто из-за высокой влажности основания или незначительных эксплуатационных промочек загнивает войлочный слой. В этом случае линолеум или войлочный слой под пленкой заменяют на новый.

*При повышенной зыбкости полов из древесно-стружечных плит* плиты поднимают и закрепляют лаги путем дополнительных подкладок из древесно-волоконистых плит или подштыковкой песка. В отдельных случаях укладывают дополнительные лаги. При разрушении древесно-стружечных плит из-за повышенной влажности такие плиты заменяют новыми.

*Участки отслоения бесшовных синтетических покрытий полов от основания*, а также участки с трещинами и шероховатостями покрытия пола вырубают. При ремонте на эти места наносят за два раза мастику покрытия пола, после чего, чтобы сохранить однородность пола, всю площадь помещения дополнительно покрывают жидкой мастикой вязкостью 60–80 с по вискозиметру ВЗ-4, нанося ее слоем до 0,8 мм. Мастику наносят по той же технологии и теми же механизмами, что и при устройстве новых полов.

*При разрушении полимерцементобетонных покрытий полов* дефектные места вырубают, очищают от пыли и грязи, огрунтовывают 8 %-ным раствором поливинилацетатной дисперсии, а затем за-

ново выполняют полимерцементобетонное покрытие пола толщиной 18 мм. Ремонтируемые участки шлифуют и пропитывают низковязкими маслами. При ремонте полов необходимо строго соблюдать все технологические процессы, выполняемые при устройстве новых полов.

### 10.5. Ремонт облицованных поверхностей

Плиты, применяемые для облицовки стен, находятся в неблагоприятных условиях эксплуатации. После длительной эксплуатации покрывается трещинами или подвергается чешуйчатому разрушению. Чтобы предохранить облицовку от дальнейшего разрушения, дефекты следует исправить.

В плитах из мрамора разрушения возникают, как правило, в местах посторонних включений, в гранитах – в местах минералов (слода). Преждевременное разрушение возникает также при неправильной ориентации слоев слоистых пород камня

*Трещины в облицовке заделывают горячим или холодным способом.* Для заполнения щелей, трещин и выбоин в реставрируемых каменных изделиях применяются следующие составы: смоляные, серные, магнезиальные, известково-цементные, гипсовые и составы с жидким стеклом.

*Заливка смолами* выполняется по следующей технологии. Чистым шеллаком или канифолью, разведенной в спирте, заделываются только самые тонкие трещины. Для широких трещин чистые смолы применять нельзя, так как они при высыхании уменьшаются в объеме, вследствие чего постепенно отстают от стенок и местами выкрашиваются. Чтобы избежать этого, смолы перемешивают с воском, придающим эластичность замазке, и добавляют к ним сухих цинковых белил, мел или краски. Эти добавки снижают усадку смол при высыхании и позволяют приблизить цвет состава к основному тону мрамора.

*Заливка серой* выполняется следующим образом. Сера распускается на водяной бане (т. е. в сосуде, который плавает в горячей воде, налитой в другой сосуд, стоящий на огне). В распущенную серу добавляют примерно  $\frac{1}{4}$  часть портландцемента. Для имитации мрамора или гранита в эту массу добавляется мел, мраморная или гранитная крошка и краска под цвет и характер поверхности имитируемого камня. Смешивание всех этих составных частей также производится

на водяной бане. Серно-цементную массу применяют для заливки не только щелей, но также скоб и пиронов у соединяемых частей изделия.

**Магнезиальная заделка** выполняется по следующей технологии. Состав и способ приготовления магнезиальной массы для заделки те же, что и для склеивания отбитых частей мраморных изделий. При заделке ее просушивают и заполняют до краев магнезиальной массой при помощи лопаточки. Через 24 часа шов зачищают от выступивших излишков массы. Заделанные места надо на время схватывания массы защищать от солнца и ветра. В сырую погоду работать с магнезитом не следует, так как влага препятствует нормальному схватыванию массы.

**Известково-цементная заливка** выполняется следующим образом. Для реставрации известняков чаще всего применяют следующий состав: цемент – 1 часть; гашеная известь – 1,5–2 части; песок просеянный – 1 часть; каменная крошка той же породы, что и реставрируемый камень, – 2 части. Серый портландцемент лучше заменить белым. В этом случае известь добавляется в количестве лишь 5–8 % от всего цемента для придания составу пластичности.

К тщательно перемешанным составным частям добавляется вода. При заполнении узких щелей или швов эту массу разбавляют до полужидкого состояния и вливают в смоченную водой щель. Для заделки широких швов и щелей цементная масса замешивается гуще и вмазывается до отказа в щели и швы, также предварительно смоченные водой. Залитые места в течение 10–14 суток должны быть влажными, для чего их покрывают мокрой рогожей.

**Гипсовая заливка** выполняется по следующей технологии. Щели заполняют гипсом, разведенным на воде. Для улучшения гипсовой заливки массу готовят на клеевой воде или на растворе жженных квасцов.

Заделка составами на жидком стекле. Для склейки цветных камней цемент смешивается с мелким песком, каменной крошкой такой же породы, что и реставрируемое изделие, и с соответствующей краской, после чего затворяется 25-процентным водным раствором жидкого стекла. Для белых и светлых камней применяется масса из хорошо протертой свежезагашенной извести, смешанной в равных долях с каменной мукой и разведенной на жидком стекле.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАЗДЕЛУ I

1. Безопасность и качество в строительстве: Основные термины и определения: учеб. пособие / В. И. Теличенко [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 2002. – 336 с.
2. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
3. Бойко, М. Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий / М. Д. Бойко. – Л. : Стройиздат, 1975. – 207 с.
4. Гроздов, В. Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / В. Т. Гроздов. – СПб: ВИТУ, 1998. – 203 с.
5. Ермолов, И. Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества : учеб. пособие / И. Н. Ермолов, Ю. Я. Останин. – М. : Высш. школа, 1988. – 386 с.
6. Коллот, Р. А. Диагностика повреждений: пер. с англ. / Р. А. Коллот; под ред. П. Г. Бабаевского. – М. : Мир, 1989. – 516 с.
7. Гузь, А. Н. Неразрушающий контроль материалов и элементов конструкций / А. Н. Гузь; под общ. ред. А. Н. Гузя. – Киев : Наук. думка, 1981. – 276 с.
8. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: в 2 кн. / под ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1986. – 488 с.
9. Рибицки, Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций / Р. Рибицки; пер. с нем. – М. : Стройиздат, 1982. – 300 с.
10. Снежков, Д. Ю. Неразрушающие методы контроля железобетонных конструкций: монография / Д. Ю. Снежков [и др.]. – Владивосток : Изд-во ДВФУ, 2016. – 144 с.
11. Тетиор, А. Н. Обследование и испытание сооружений / А. Н. Тетиор, В. Н. Померанец. – Киев : Стройиздат, 1977. – 206 с.
12. Физдель, И. А. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях / И. А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1970. – 200 с.
13. Ивлев, А. А. Отделочные строительные работы : учеб. для нач. проф. образования / А. А. Ивлев [и др.]. – М. : ИРПО; Изд. центр «Академия», 1998. – 488 с.
14. Черноиван, В. Н. Реабилитация совмещенных утепленных рулонных кровель. Восстановление эксплуатационных характеристик совмещенных утепленных рулонных кровель при их ремонте /

В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван // Saarbrucken, Deutschland / Германия. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 93 с.

15. Бадьин, Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.

16. Бедов, А. И. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений : учеб. пособие / А. И. Бедов, В. Ф. Сапрыкин. – М. : Изд-во АСВ, 1995. – 192 с.

17. Вольфсон, В. Л. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий : справочник производителя работ / В. Л. Вольфсон [и др.]. – М. : Стройиздат, 1996. – 252 с.

18. Губанов, В. В. Реконструкция, ремонт и усиление металлических конструкций : конспект лекций / В. В. Губанов, С. Б. Пчельников. – Макеевка : ДонНАСА, 2006. – 51 с.

19. Иванов, Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений : усиление, восстановление, ремонт / Ю. В. Иванов. – М. : 2012. – 314 с.

20. Касьянов, В. Ф. Реконструкция зданий: конспект лекций / В. Ф. Касьянов. – М. : МГСУ, 1998. – 96 с.

21. Келемешев, А. Д. Обследование и усиление зданий : учеб. пособие / А. Д. Келемешев. – Алматы : Казахская головная архитектурно-строительная академия, 2011. – 98 с.

22. Леонович, С. Н. Технология реконструкции зданий и сооружений / С. Н. Леонович, Н. Л. Полейко, Д. Ю. Снежков. – М. : Новое знание, 2015. – 124 с.

23. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей) / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. И. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ин-т ЦНТИ, 1990. – 316 с.

24. Соколов, В. К. Реконструкция жилых зданий / В. К. Соколов. – М. : Стройиздат, 1986. – 246 с.

25. Сысоев, О. М. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий / О. М. Сысоев [и др.]. – М. : ЦНИИПромзданий, 1987. – 334 с.

26. Шагин, А. Л. Реконструкция зданий и сооружений: учеб. пособие / А. Л. Шагин [и др.]; под ред. А. Л. Шагина. – М. : Высш. школа, 1991. – 352 с.

27. Яковлева, М. В. Восстановление и усиление железобетонных и каменных конструкций : учеб.-метод. пособие / М. В. Яковлева, О. Н. Коткова, В. С. Широков. – М. : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 92 с.

28. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения : ТКП 45-1.04-37. – Минск: Минстройархитект. РБ, 2008. – С. 43.

29. Строительные нормы Республики Беларусь. Кровли : СН 5.08.01-2019. – Взамен ТКП 45-5.08-277-2013. – Введ. 16.12.2019. – Минск: Минстройархитект. РБ, 2013. – С. 24.

## **РАЗДЕЛ II. ВОЗВЕДЕНИЕ НОВЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ**

### **11. ВОЗВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НУЛЕВОГО ЦИКЛА**

#### **11.1. Общие положения**

В состав работ нулевого цикла при возведении зданий и сооружений входят земляные работы (разработка котлована со всеми подготовительными работами), устройство фундаментов, гидроизоляционные работы, обратная засыпка пазух с уплотнением грунта в них. Если здание имеет подвал, то сюда входят работы по устройству перекрытия над подвалом.

Производство работ нулевого цикла при возведении новых зданий и сооружений на строительной площадке, где проводятся работы по реконструкции других действующих объектов, имеет свою специфику, так как возможны различные варианты примыканий (блокировки) вновь возводимого и существующих зданий.

Согласно действующим нормативным документам, при разработке котлована непосредственно около фундаментов существующих сооружений необходимо принять меры против возможных их деформаций и нарушения устойчивости котлованов. Учитывая, что выполнение комплекса предохранительных мер трудоемкий и финансово затратный комплексный технологический процесс целесообразно при возведении зданий применять мелкозаглубленные фундаменты. Основными преимуществами таких фундаментов являются. Конструкция фундамента – монолитная железобетонная плита, что позволяет существенно облегчить организацию производства работ в стесненных условиях, так как не требуется приобъектный склады, устройство временных дорог, краны и т. д. Глубина заложения монолитных железобетонных фундаментных плит от поверхности земли (40–50 см), что позволяет существенно снизить трудоемкость земляных работ, а также исключить из технологического процесса проведение искусственного понижения и работы по обратной засыпке пазух.



## 11.2. Конструктивное решение монолитных железобетонных фундаментных плит

На сегодня разработано несколько конструктивных решений монолитных фундаментных плит. Классическим решением является конструкция, монолитной фундаментной плиты приведенная на рис. 11.1.

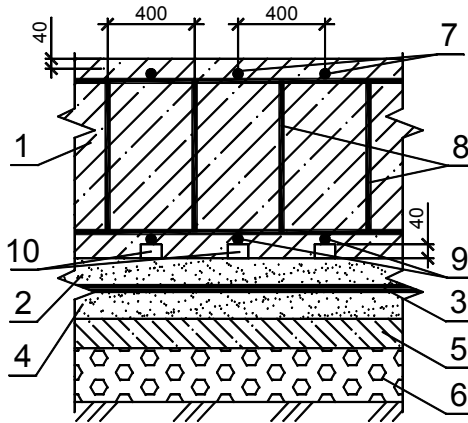


Рис. 11.1. Конструкция классической монолитной железобетонной фундаментной плиты:

- 1 – монолитная железобетонная плита ( $\delta = 400$  мм);
- 2 – защитная цементно-песчаная стяжка ( $\delta = 90$  мм);
- 3 – гидроизоляция (3 слоя флизолола); 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 являются разновидностью мелкозаглубленных фундаментов, т. е. 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 разру-

шения 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), при строительстве на слабых и неравномерно сжимаемых грунтах, в сейсмически активных районах. Наличие в конструкции фундаментов слоя теплоизоляция позволяет без дополнительных технологических операций обеспечить требуемое термическое сопротивление теплопередаче полов по грунту. Учитывая большие нагрузки, передаваемые на монолитные фундаментные плиты надземной частью эксплуатируемых зданий и сооружений, рекомендуется в качестве теплоизоляции применять плитный экструдированный пенополистирол. Водопоглощение по объему этого утеплителя не более 0,2 %. Он не гниет и имеет высокие эксплуатационные характеристики. Расчетное значение коэффициента теплопроводности его 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.

### **11.3. Организация и технология производства работ**

*Устройство котлованов под монолитные железобетонные фундаментные плиты.* На сегодня при возведении нулевого цикла многоэтажных зданий массово применяются монолитные железобетонные фундаментные плиты. Глубина их заложения от поверхности земли составляет 40–50 см.

Учитывая накопленный опыт устройства монолитных фундаментных плит, рекомендуется применять следующую технологию производства работ по устройству котлованов.

По завершению геодезических работ по выноске котлована в натуру бульдозер снимает плодородный слой грунта на строительной площадке и перемещает его к месту хранения. Затем бульдозер выполняет послойную разработку грунта в котловане до проектной отметки. Учитывая, что глубина котлована не более 50 см, разработка грунта в выемке выполняется послойно с толщиной слоя 25–30 см. Бульдозер после каждого рабочего хода из перемещаемо-

го грунта формирует кавальер у противоположной стороны разрабатываемого котлована. Для разработки котлована рекомендуется применять бульдозеры на базе гусеничного трактора тяжелого типа класса 3 с реверс – редуктором и гидросистемой (ДЗ-42, ДЗ-42Г, ДЗ-42Г-1 и др.). Технологическая схема движения бульдозера при разработке котлована дана на рис. 11.2.

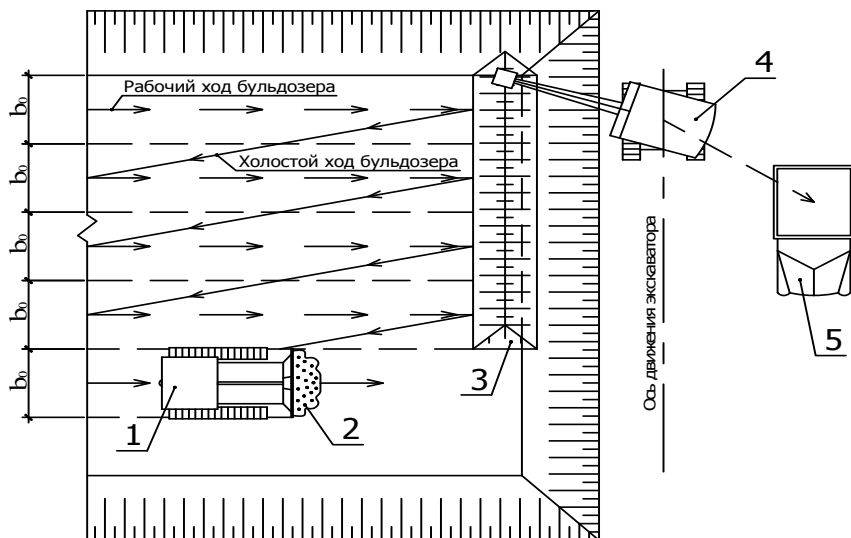


Рис. 11.2. Технологическая схема (фрагмент) разработки котлована бульдозером  
 1 – бульдозер; 2 – перемещаемый грунт; 3 – кавальер;  
 4 – экскаватор с навесным оборудованием «обратная лопата»;  
 5 – автосамосвал;  $b_0$  – ширина отвала бульдозера

Так как стенки котлована под монолитную фундаментную плиту вертикальные и не требуется обратная засыпка пазух, весь разработанный и перемещенный бульдозером в кавальер грунт вывозится за пределы строительной площадки. Для погрузки грунта из кавальера в транспортное средство (автосамосвал) целесообразно применять экскаватор на пневмоколесном ходу с навесным оборудованием «обратная лопата» (ЭО-2621В-3 и др.). Применение экскаваторов на пневмоколесном ходу позволяет снизить затраты на его транспортирование на стройплощадку и обратно. Технологическая схема организации работы экскаватора по погрузке грунта из кавальера транспортное средство дана на рис. 11.2.

*Песчаная (противопучинистая) подушка* выполняется после завершения работ по отрывке котлована. Песчаная подушка выполняется из смеси щебня (60 %) и песка (40 %) с обязательным уплотнением. Рекомендуемая ее толщина 250 мм. При необходимости толщину песчано-гравийной подушки определяют расчетом с использованием программ «Lenta-PRS» или «Omega». Устройство песчано-гравийной подушки начинается с подачи экскаватором в котлован завезенной на стройплощадку смеси щебня и песка. Перемещение и разравнивание поданной в котлован песчано-гравийной смеси до проектной отметки выполняется бульдозером, который разрабатывал котлован. По мере формирования песчаной подушки, выполняется ее послойное уплотнение. Для уплотнения подушки рекомендуется использовать виброплиту ВПП-6, которая подвешивается к экскаватору. При устройстве песчаной подушки на слабых грунтах целесообразно применять виброкатки, так как такая технология позволяет также уплотнить и подстилающий подушку грунт.

*Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм* является следующим этапом производства работ. Подачу бетонной смеси к месту укладки рекомендуется выполнять с помощью автобетононасоса марки СБ-126А, который позволяет подавать бетонную смесь на расстояние 180–360 м, т. е. работать с одной стоянки.

Для защиты бетона от воздействия агрессивных грунтовых вод устраивается *гидроизоляция*. Основной задачей гидроизоляции является защита торцов фундаментной плиты от контакта с грунтом. Решение этой задачи выполняется следующим образом: со всех сторон плитного фундамента устраиваются свесы гидроизоляционного ковра таким образом, чтобы в дальнейшем можно было, завернуть края ковра наверх и закрепить их к фундаментной плите.

Наиболее простым и эффективным, с точки зрения технологии производства работ, решением вышеизложенных требований к гидроизоляции является использование полимерных мембран со специальной флисовой подложкой с креплением их к бетонной подготовке полиуретановым клеем. Швы полотнищ мембраны свариваются специальным оборудованием при помощи горячего воздуха. Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм.

*Более подробно технология производства работ с использованием полимерных мембран изложена в подр. 16.2.*

Следующей технологической операцией является укладка по слою гидроизоляции *теплоизоляционного слоя* (экструдированный пенополистирол XPS-плиты). Укладка начинается с установки маячных плит с помощью нивелира по границам делянки. По завершении работ по укладке 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 процессе производства работ, при хождении по ним рабочих и транспортировании материалов, укладку их следует вести «на себя». При укладке плит следят за плотностью прилегания их 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. Палуба щита выполнена из водостойкой фанеры, которая крепится к раме самонарезающимися винтами. Соединение щитов между собой осуществляется клиновыми замками (рис. 11.3).

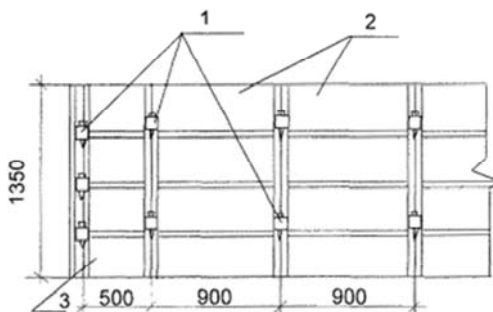


Рис. 11.3. Схема соединения щитов опалубки:  
 1 – клиновые замки системы «Мева»; 2 – опалубочные щиты;  
 3 – доборный элемент

Опалубка устанавливается по всему периметру фундаментной плиты. Установка опалубки начинается с угловых точек. После выверки и установки щитов опалубки в проектное положение их снаружи закрепляют подкосами, которые устанавливаются с шагом 3,5 м (рис. 11.4). 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 конструктивными расчетами, укладывают в продольном направлении нижний ряд арматурных стержней 9 с одновременным фиксированием расстояния нижней арматуры от основания (защитный слой) с помощью пластмассовых фиксаторов 10 (рис. 11.1).

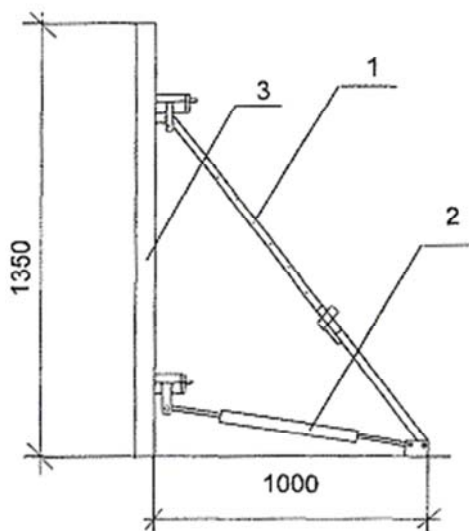


Рис. 11.4. Схема установки подкосов опалубки:  
1 – консольная подпорка с соединительным шарниром, крепящимся фланцевым болтом к функциональной распорке;  
2 – функциональная распорка; 3 – щит опалубки

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  $\delta$ , изготовленные на сварке из отдельных стержней арматуры на строительной площадке (рис.11.5).

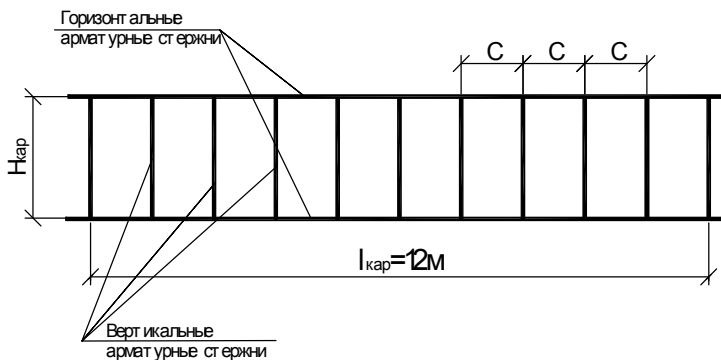


Рис. 11.5. Плоский поддерживающий каркас

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. 11.6.



Рис. 11.6. Подготовленная к укладке бетонной смеси опалубка с 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. 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. 11.7).

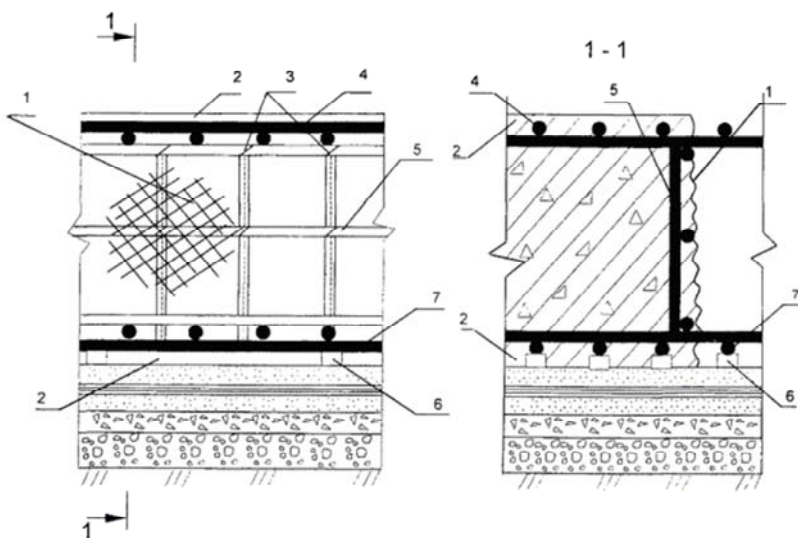


Рис. 11.7. Конструкция рабочего шва:

- 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 и на их устройство расходуются значительные объемы бетонной смеси, эффективность производства работ по их бетонированию существенно 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 автобетононосителями и планировке площадок для стоянки автобетононасоса с целью обеспечения их горизонтальности.

*Непосредственно процесс бетонирования выполняется в следующей последовательности.* Автобетононасос устанавливают на стоянке и подготавливают к работе (устанавливают ауригеры, раскрывают стрелу, затворяют и прогоняют по трубопроводу пусковой раствор). 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 ауригеры в транспортное положение. В процессе бетонирования выполняется послойное уплотнение укладываемой в опалубку бетонной смеси. Рекомендуется послойное уплотнение бетонной смеси выполнять 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. Толщина всех последующих слоев укладываемой бетонной смеси должны быть на 50–100 мм меньше длины вибронаконечника. Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва устанавливается строительной лабораторией. 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 бето-

нирования отдельных блоков фундаментной плиты автобетононасосом приведена на рис. 11.8.

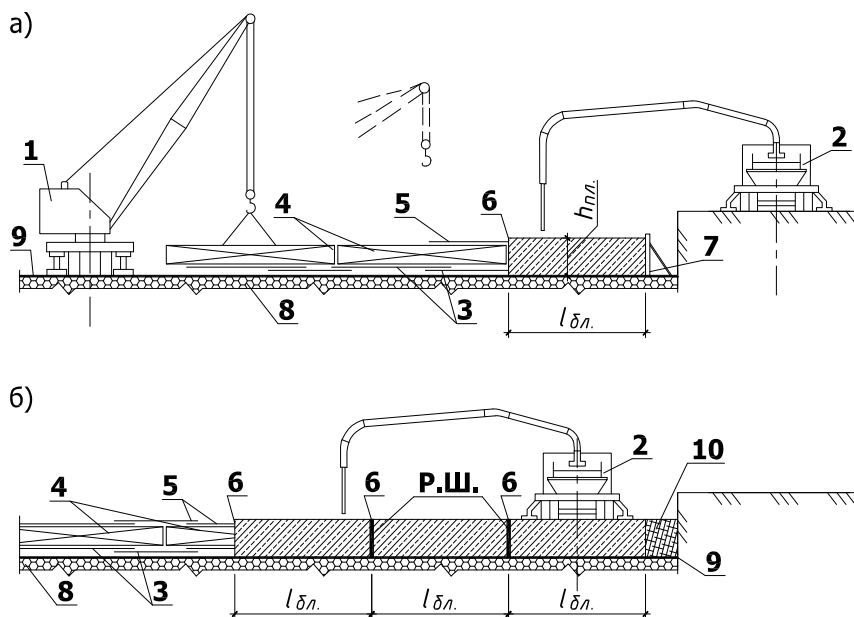


Рис. 11.8. Технологическая схема бетонирования отдельных блоков фундаментной плиты автобетононасосом:

- а – бетонирование первого блока; б – бетонирование последующих блоков;  
 1 – автомобильный кран; 2 – автобетононасос; 3 – нижние арматурные сетки;  
 4 – поддерживающие каркасы; 5 – верхние арматурные сетки;  
 6 – металлическая сетка; 7 – опалубка щитовая; 8 – бетонная подготовка;  
 9 – гидроизоляция; 10 – уплотненный слой песка;  
 Р.Ш. – рабочий шов;  $h_{пл.}$  – высота фундаментной плиты;  $l_{бл.}$  – длина блока

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 приступают к распалубке 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.

## 12. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ ШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 12.1. Общие положения

**Кладка** (кирпичная, каменная, из блоков) – это конструкция, состоящая из искусственных штучных материалов, уложенных на строительном растворе или на клеевом растворе сухих смесей в определенном порядке. На сегодня основной объем кладки выполняется из искусственных каменных материалов: кирпича и камней керамических, кирпича и камней силикатных. В последние годы прослеживается тенденция увеличения объемов работ с использованием блоков керамических поризованных пустотелых.

Кирпич и камни керамические рядовые и лицевые изготавливают в форме параллелепипеда и в зависимости от размеров подразделяют на следующие виды: кирпич одинарный, кирпич утолщенный, кирпич модульных размеров одинарный, кирпич утолщенный с горизонтальным расположением пустот, кирпич профильный, кирпич утолщенный профильный; камень модульных размеров, камень модульных размеров укрупненный, камень укрупненный, камень укрупненный с горизонтальным расположением пустот, камень профильный пустотелый. Геометрические размеры кирпича и камней керамических установлены СТБ 1160-99.

Согласно СТБ EN 998-2-2008, **кладочный раствор** – это смесь, состоящая из одного или нескольких неорганических вяжущих, заполнителей, воды и, при необходимости, добавок и/или наполнителей, применяемая для горизонтальных и вертикальных швов, и их расшивки. До затвердения эта смесь называется растворной. Кладочные растворы являются строительным материалом, который оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики кладки (прочность, теплопроводность, долговечность и др.) и их свойства (подвижность, водоудерживающая способность и др.), влияют на трудоемкость возведения каменной кладки.

Кладочные растворы готовятся на основе неорганических вяжущих веществ. Неорганическими минеральными вяжущими веществами называются тонкоизмельченные порошки, образующие с водой пластическое тесто, постепенно переходящее в камнеподобное состояние.

По условиям твердения неорганические вяжущие вещества подразделяются на воздушные и гидравлические.

*Воздушные вяжущие вещества* затвердевают и длительное время сохраняют прочность только в воздушной среде с влажностью не выше 60 %. При более высокой влажности воздуха они частично или полностью теряют прочность. К воздушным вяжущим относятся воздушная известь, гипсовые и магнезиальные вяжущие.

*Гидравлические вяжущие вещества* могут затвердевать как на воздухе, так и в воде. К ним относятся: гидравлическая известь (получают из известняка с содержанием глины 9–20 %), портландцемент, глиноземистый цемент и другие. Свойства гидравлических вяжущих позволяют использовать их для конструкций, находящихся как в сухих, так и во влажных условиях. Эти вяжущие обладают более высокой прочностью, чем воздушные.

Для снижения стоимости кладочных растворов в них, согласно выполненным расчетам, добавляют заполнитель (песок). Учитывая, что раствор составляет 22–25 % от объема кирпичной кладки прочность (марка) его регламентируется для различных по назначению кладок. Для кирпичной кладки рекомендуются к применению следующие марки строительных кладочных растворов: М4; М10; М25; М50; М75; М100; М150; М200 и М300.

В зависимости от величины объемного веса раствора в сухом состоянии он подразделяется на обыкновенный ( $\gamma_{об} \geq 1300 \text{ кг/м}^3$ ) и легкий ( $\gamma_{об} < 1300 \text{ кг/м}^3$ ). Легкие растворами называют еще «теплыми» т. к. у них меньше коэффициент теплопроводности.

Большая номенклатура выпускаемых промышленностью искусственных штучных материалов, которые имеют различные технические характеристики, обуславливает эффективную область их применения. Так при возведении зданий из искусственных штучных материалов рекомендуются следующие виды кладки.

*Кирпичная кладка стен и перегородок* выполняется из керамического полнотелого, пустотелого и силикатного кирпича, а также из блоков керамических поризованных пустотелых на строительных растворах на основе цементного или известкового вяжущих. Вид и марка раствора указываются в рабочих чертежах.

*Кладка из керамического кирпича пластического прессования* благодаря высокой прочности и морозостойкости, применяется при возведении несущих стен и столбов зданий и сооружений.

*Кладку из силикатного, обыкновенного глиняного кирпича полусухого прессования и глиняного пустотелого кирпича не рекомендуется применять для возведения конструкций зданий и сооружений, которые будут эксплуатироваться в помещениях с влажностью более 60 %.*

*Кладку из керамического пустотелого или пористо-пустотелого кирпича рекомендуется использовать для наружных стен зданий. Малая теплопроводность таких кладок позволяет уменьшить толщину наружных стен на 20–25 % и снизить массу на 20–30 % по сравнению с массой стен, выложенных из полнотелого кирпича.*

*Кладка из блоков керамических поризованных пустотелых, как наиболее эффективного штучного материала, преимущественно применяется для возведения наружных стен отапливаемых зданий. Высокие теплотехнические свойства этой 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 5-ти этажей включительно, но не более 15 м.*

*Кладку стен и перегородок рекомендуется выполнять из ячеистых бетонных блоков (керамзитобетонные, газобетонные, пенобетонные), а также из блоков вибропрессованных и гипсовых пазогребневых.*

*Кладка из автоклавных ячеистых бетонов рекомендована к применению:*

– в несущих стенах зданий высотой до 5-ти этажей включительно, но не более 15 м;

– в самонесущих – в зданиях высотой до 9-ти этажей включительно, но не более 30 м.

При эксплуатации в помещениях с влажностью воздуха более 60 % поверхность блоков из ячеистых бетонов необходимо защищать пароизоляционным покрытием.

*Блоки вибропрессованные и гипсовые пазогребневые используются для устройства межкомнатных перегородок. Одним из важнейших требований предъявляемым к межкомнатным перегородкам является обеспечение хорошей звукоизоляции между соседними помещениями.*

## 12.2. Элементы кладки

Кирпич и камень (рис. 12.1, *a*) мелкоштучный искусственный материал прямоугольной формы имеет шесть граней. Наибольшие противоположные грани 2, которыми искусственные камни укладывают на раствор, называются постелями (нижней и верхней); длинные боковые грани 3 кирпича (каменя) – ложками; короткие 1 – тычками.

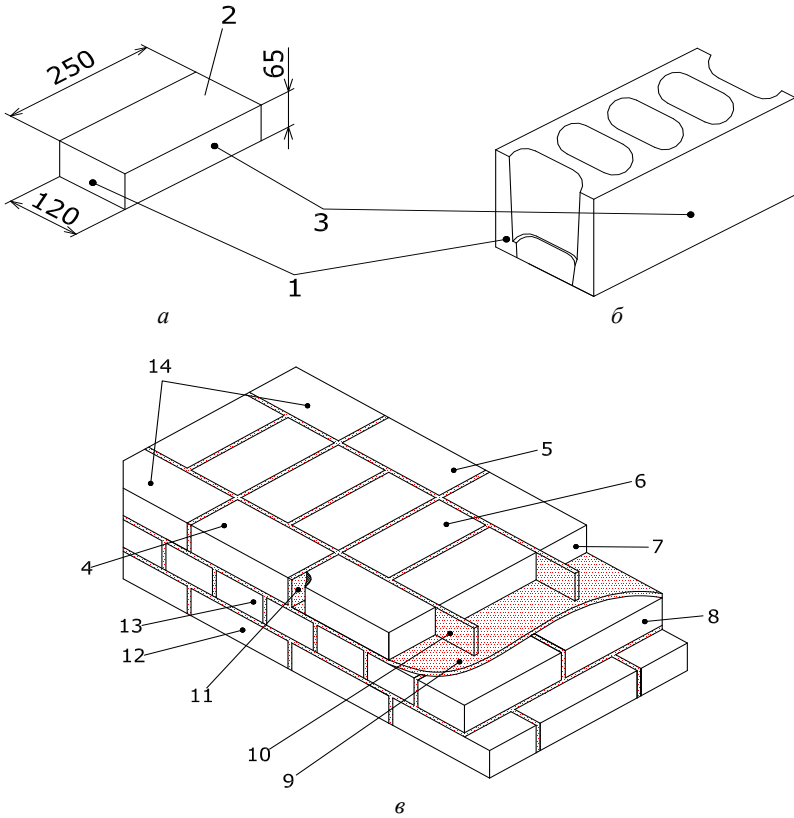


Рис. 12.1. Элементы каменной кладки:

- a* – грани кирпича; *б* – грани камня; *в* – кирпичная кладка;
- 1 – тычок; 2 – плашок; 3 – ложок; 4 – наружная верста;
- 5 – внутренняя верста; 6 – забутка; 7, 12, 14 – ложковый ряд;
- 8, 13 – тычковый ряд; 9 – горизонтальный шов (постель);
- 10 – вертикальный продольный шов; 11 – вертикальный поперечный шов

Кладка стен (рис. 12.1, б) выполняется горизонтальными рядами, укладывая камни плашмя, т. е. на постель. При кладке карнизов или перегородок в 1/4 кирпича кирпич укладывают на ребро, т. е. на боковую ложковую грань. Крайние 4 и 5 ряды кирпичей в ряду кладки называют верстами. Версты подразделяются на наружные, расположенные со стороны фасада здания, и внутренние – со стороны помещения. Ряд кирпичной кладки, обращенный к наружной поверхности стены длинной боковой гранью, называют ложковым рядом 14, а короткой гранью – тычковым рядом 13. Кирпичи, уложенные между наружной и внутренней верстами, называют забутовкой б.

Ширину кладки стен, называемую обычно толщиной стены, выполняют кратной 1/2 кирпича. На практике наиболее распространенными являются следующие толщины кирпичных стен: в 1 кирпич – 250 мм; в 1½ – 380 мм; в 2 – 510 мм, в 2½ кирпича – 640 мм и т. д. Перегородки в зданиях выкладывают в ½ кирпича или в ¼ кирпича, т. е. толщиной 120 мм, а также – 65 мм или 88 мм.

Кирпичные стены зданий и сооружений выполняют сплошными или с проемами. Сплошные стены называются гладкими. Кладку, расположенную между двумя соседними проемами, называют простенком. Простенки бывают в виде простых прямоугольных конструктивных элементов, а также с четвертями для закрепления в них оконных и дверных блоков. Четверти делают, выпуская из кладки наружные, ложковые версты на длину четвертки и укладывая четвертки в тычковых верстах.

*Одним из технологических элементов кладки являются штрабы*, устраиваемые в местах временного перерыва кладки. Выкладывают штрабы так, чтобы при дальнейшем продолжении работ можно было обеспечить надежную перевязку возводимой части кладки с ранее возведенной стеной. Штрабы подразделяются на убежные (рис. 12.2, а) и вертикальные (рис. 12.2, б, в).

**Убежная (наклонная) штраба** по сравнению с вертикальной обеспечивает лучшую связь соединяемых частей стен.

**В вертикальные штрабы** для обеспечения надежной перевязки возводимой части кладки с ранее возведенной стеной следует в швы кладки заложить сетку из стержней диаметром не более 5 мм на расстоянии до 1,5 м по высоте кладки, а также в уровне каждого перекрытия. Количество продольных стержней и размер ячеек сетки устанавливается проектной документацией.

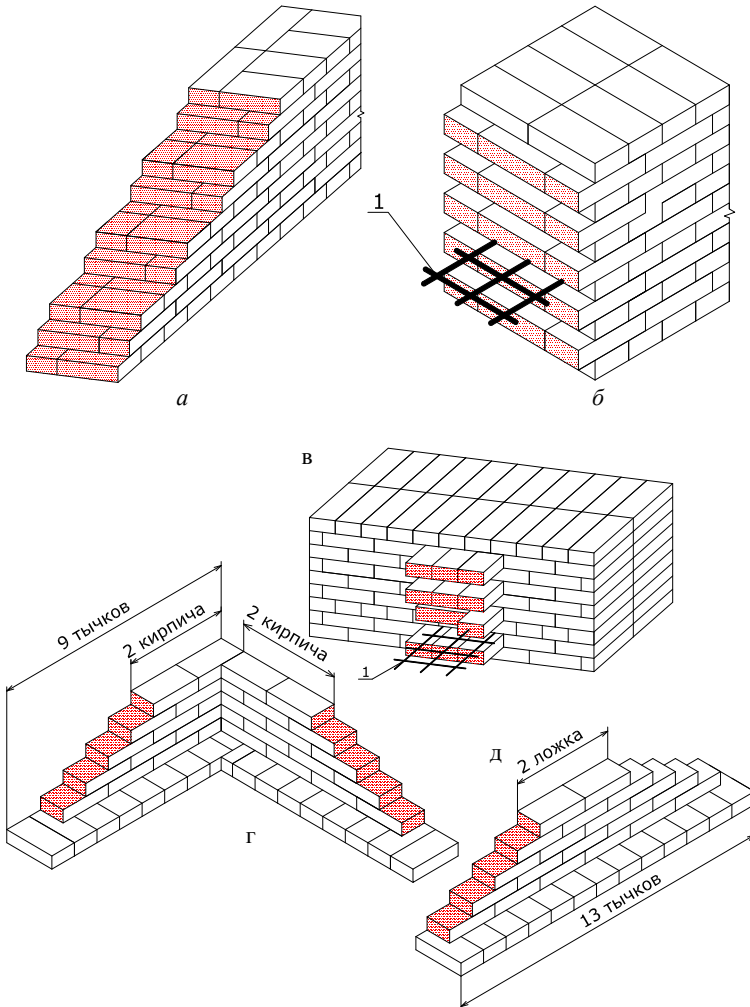


Рис. 12.2. Конструктивные решения штраб:

- а* – убежная; *б* – вертикальная на прямом участке стены;
- в* – вертикальная в месте примыкания стен; *г* – убежная угловая (маяк);
- д* – убежная промежуточная в сплошной стене (маяк);
- 1* – арматурная сетка

*Убежными штрабами* в виде небольших участков стен высотой до шести рядов выкладывают на наружной версте маяки, которые используют в процессе кладки для закрепления причалок. Маяки



располагают либо по углам (рис. 12.2, *з*), либо на прямых участках стен (рис. 12.2, *д*) на расстоянии 10–12 м друг от друга.

**Системы перевязки кладки.** Система перевязки – это порядок укладки кирпичей относительно друг друга. Различают перевязку вертикальных швов, продольных и поперечных. *Перевязка продольных швов* обеспечивает равномерное распределение нагрузки по ширине (толщине) стены. Осуществляется она тычковыми рядами. *Перевязка поперечных швов* обеспечивает распределение (передачу) нагрузки на соседние участки кладки. Перевязка поперечных швов кирпичной кладки осуществляется ложковыми и тычковыми рядами.

*Основными системами перевязки* кирпичной кладки стен, широко применяемыми в нашей республике, являются однорядная (цепная), многорядная и трехрядная.

**При однорядной (цепной) перевязке** (рис. 12.3, *а*) ложковые и тычковые ряды в кладке чередуются. Поперечные швы в смежных рядах сдвинуты относительно друг друга на четверть кирпича, а продольные – на полкирпича. Все вертикальные швы нижнего ряда перекрываются кирпичами вышележащего ряда. Цепная перевязка применяется при кладке стен.

**При многорядной перевязке** (рис 12.3, *б*) кладка состоит из отдельных стенок толщиной  $\frac{1}{2}$  кирпича (120 мм), сложенных из ложков и перевязанных тычковым рядом через несколько рядов по высоте. В зависимости от размеров кирпича установлена максимальная высота ложковой кладки между тычковыми рядами для различных видов кладки:

– из одинарного кирпича толщиной 65 мм – один тычковый ряд на шесть рядов кладки;

– из утолщенного кирпича толщиной 88 мм – один тычковый ряд на пять рядов кладки.

Иногда с целью усиления перевязки кладки тычковые ряды укладывают через три ложковых ряда. При многорядной системе перевязки полностью соблюдается третье правило разрезки кладки.

При трехрядной системе перевязки (разработана профессором А. М. Онищиком) кладка выполняется из целого кирпича с добавлением лишь некоторого количества половинок. Эта система кладки допускает совпадение наружных вертикальных швов в трех рядах кладки по высоте. При этой кладке тычковый ряд укладывают через три ложковых ряда.

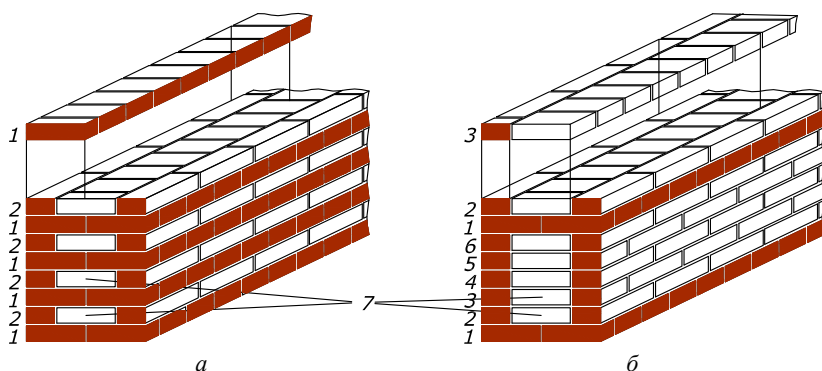


Рис. 12.3. Системы перевязки при кладке стен толщиной в 2 кирпича:  
*a* – однорядная (цепная) перевязка; *б* – многорядная перевязка  
 1 – тычковый ряд; 2, 3, 4, 5, 6 – ложковые ряды; 7 – забутка

По трехрядной системе перевязки рекомендуется выкладывать столбы. Например, при кладке столбов сечением  $2 \times 2$  кирпича (рис. 12.4, *a*) перевязку делают только целыми кирпичами, а при кладке столбов сечением  $1\frac{1}{2} \times 2$  или  $2 \times 2\frac{1}{2}$  кирпича (рис. 12.4, *б*, *в*) в каждые четыре ряда кладки укладывают только две половинки.

Кладка наружных и внутренних верст – наиболее трудоемкая операция. Производительность труда при укладке кирпича в конструкцию зависит от соотношения количества кирпича в верстах и забутке, т. е. от системы перевязки кладки.

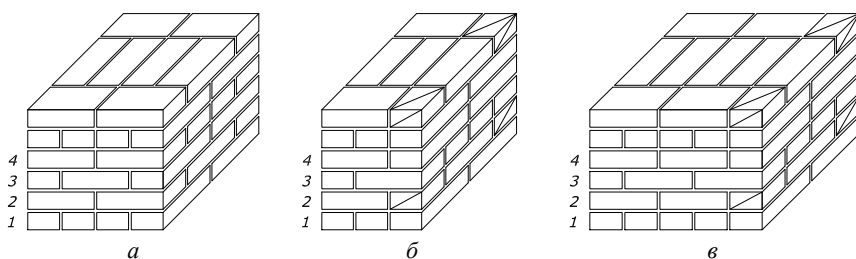


Рис. 12.4. Трехрядная система перевязки при кладке столбов сечением:  
*a* –  $2 \times 2$  кирпича; *б* –  $1\frac{1}{2} \times 2$  кирпича; *в* –  $2 \times 2\frac{1}{2}$  кирпича

При цепной (однорядной) перевязке требуется большее количество трехчетверок для торцов стен, углов и столбов. Например, на

1 м высоты угла стены толщиной в два кирпича при цепной перевязке стен требуются 14 трехчетверток и 42 четвертки, а при многорядной – четыре трехчетвертки и 12 четверток. Обрубка целого кирпича на трехчетвертки и другие неполномерные кирпичи кроме затрат труда приводит к значительной потере кирпича.

*Таким образом, все это свидетельствует о преимуществах многорядной системы перевязки кирпичной кладки.*

Многорядная система перевязки рекомендуется как основная при возведении стен, в том числе и стен, облицовываемых лицевым или другими видами кирпича. Многорядную систему перевязки не допускается применять для кладки столбов, так как из-за неполной перевязки швов они будут недостаточно прочными. Другие случаи, когда нельзя применять многорядную перевязку, должны указываться в проекте.

*Кладку любых конструкций и их элементов независимо от системы перевязки начинают и заканчивают тычковым рядом.*

**Способы возведения каменной кладки.** Кладка простых стен при однорядной (цепной) системе перевязки швов ведется порядно в следующем порядке. Вначале выкладываются наружные тычковые версты, затем выкладываются внутренние тычковые и ложковые (зависит от толщины стены) и завершается кладка укладкой забутки (всегда перпендикулярно) возводимой стены. Второй ряд начинают с укладки наружной верст, затем внутренней и забутки. Возможно применение смешанного способа укладки, когда каменщик укладывает тычковую версту первого ряда, затем ложковую наружную версту, затем внутренние версты и забутку.

Кладку верст ведут тремя способами: *вприжим, впритык и впритык с подрезкой раствора, а забутки – вполупритык*. Выбор способа кладки зависит от пластичности раствора, состояния кирпича (сухой или влажный), времени года и требований, предъявляемых к чистоте лицевой стороны кладки.

**Способ вприжим** наиболее трудоемкий, но позволяет выполнять качественно лицевую кладку под расшивку с полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов. Технологическая последовательность укладки кирпича способом вприжим дана на рис. 12.5.

**Способом впритык** ведут кладку на пластичных растворах, как правило, впустошовку (под оштукатуривание), без применения кельмы. Раствор с растворной постели захватывается гранью кир-

пича и прижимается к ранее уложенному (рис. 12.6). При этом способе существенно увеличивается производительность труда, но заполнение растровных швов неполное.

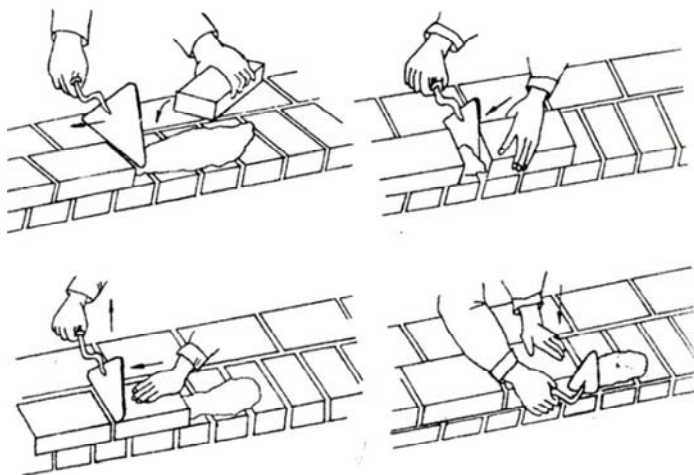


Рис. 12.5. Технологическая последовательность укладки кирпича способом вприжим

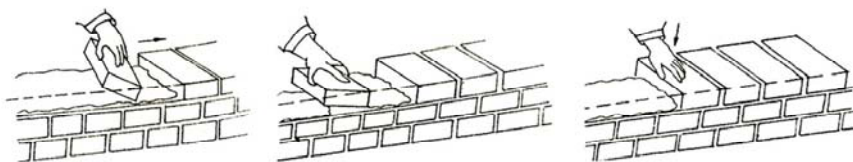


Рис. 12.6. Технологическая последовательность укладки кирпича способом впритык

*При кладке способом впритык с подрезкой раствора* можно вести любую кладку. Кладка ведется, как и способом впритык, но с применением кельмы (рис. 12.7, а, б).

*Способ кладки вполупритык* используется только для кладки забутки. Технология производства работ следующая. Между наружной и внутренней верстой расстилается раствор, затем ребром кирпича захватывается часть раствора и прижимается к ранее уложенному кирпичу (рис. 12.8). Укладку кирпича каменщик ведет обеими

руками. В процессе укладки следит, чтобы кирпичи забутки были бы одном уровне с наружными верстами. Вертикальные швы при этом заполняются не полностью, но при устройстве растворной постели под следующий ряд дополняются.

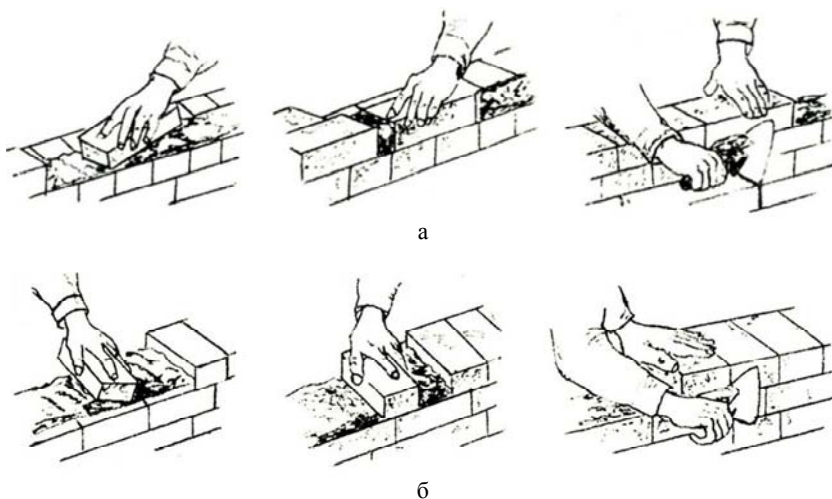


Рис. 12.7. Технологическая последовательность  
способа укладки кирпича впрытык с подрезкой раствора:  
*а* – ложковый ряд; *б* – тычковый ряд

**Способ кладки вполупртык** используется только для кладки забутки. Технология производства работ следующая. Между наружной и внутренней верстой расстилается раствор, затем ребром кирпича захватывается часть раствора и прижимается к ранее уложенному кирпичу (рис. 12.8).

Укладку кирпича каменщик ведет обеими руками. В процессе укладки следит, чтобы кирпичи забутки были бы одном уровне с наружными верстами. Вертикальные швы при этом заполняются не полностью, но при устройстве растворной постели под следующий ряд дополняются.

Вышеперечисленные способы укладки хорошо себя зарекомендовали при укладке одинарного штучного кирпича (250×120×65 мм). Для укладки утолщенного кирпича (250×120×88 мм) в основном применяется способ *впртык с подрезкой раствора*.

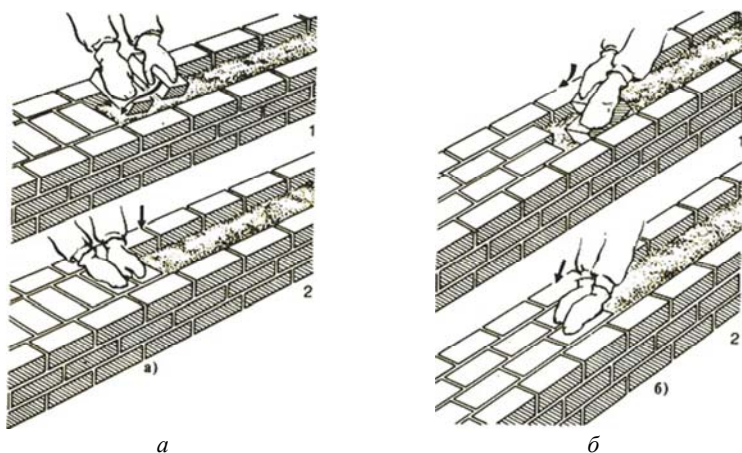


Рис. 12.8. Технологическая последовательность кладки забутки способом вполупритык:  
*а* – ложками; *б* – тычками

**Расшивка швов.** Использование лицевого кирпича в наружной версте кладки позволяет исключить из технологического процесса возведения наружных стен трудоемкий, «мокрый» процесс – оштукатуривание фасадов зданий и сооружений. Для обеспечения требуемой величины воздухопроницаемости неоштукатуренные наружные кирпичные стены зданий и сооружений кладочный раствор горизонтальных и вертикальных швов кладки уплотняют. Достигается это за счет расшивки швов. Швы расшивают до схватывания раствора, так как в этом случае процесс менее трудоемок, а качество швов лучше. Перед расшивкой всю поверхность кладки очищают и, при необходимости, увлажняют для создания необходимой адгезии. Вначале расшивают вертикальные швы, после чего – горизонтальные.

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо расшивку наружных швов кладки выполнять после укладки каждого ряда.

### 12.3. Возведение конструктивных элементов кирпичных стен зданий

Возведение стен зданий из кирпича начинают с закладки углов и простенков. Угол в каменной кладке – это сопряжение двух стен под углом в  $90^\circ$ .

**Кладка углов зданий и сооружений** является наиболее ответственной работой и выполняется каменщиками не ниже 5 разряда. Прямые углы, как правило, выполняются по однорядной (цепной) системе перевязки швов. При этом каждый ряд кладки, составляющий угол, оканчивается трехчетверкой. Наиболее часто используемые в практике строительства сопряжения (углы) стен толщиной в 1 кирпич и в 1½ кирпича даны на рис. 12.9.

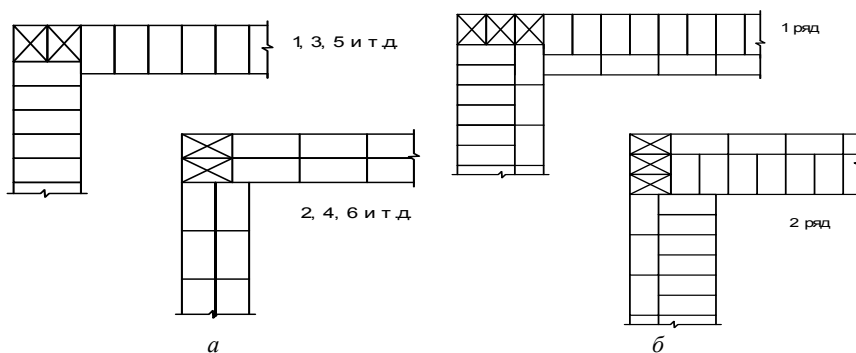


Рис. 12.9. Кладка углов по однорядной (цепной) системе перевязки швов:  
*а* – толщина стены в 1 кирпич; *б* – толщина стены в 1½ кирпича

**Простенки** выполняются, как правило, по однорядной (цепной) и системе перевязки швов. Простенки шириной менее чем 2½ кирпича выкладывают только из отборного целого кирпича.

**Кладку стен из кирпича начинают с закрепления угловых и промежуточных порядовок** (рис. 12.10, *а, б, в, г*). Их устанавливают по периметру стен и выверяют по отвесу и уровню или нивелиру так, чтобы засечки для каждого ряда на всех порядовках находились в одной горизонтальной плоскости. Порядовки располагают на углах, в местах пересечения и примыкания стен, а также на прямых участках стен на расстоянии 10–15 м друг от друга.

После закрепления и выверки порядовок по ним выкладывают маяки в виде убежной штрабы (рис. 12.2, *з, д*), располагая их на углах и на границе возводимого участка.

Затем к порядовкам зачаливают шнуры-причалки. При кладке наружных верст шнур-причалку устанавливают для каждого ряда, натягивая его на уровне верха укладываемого ряда с отступом от

вертикальной плоскости кладки на 3–4 мм. Причалку у маяков можно укреплять и с помощью причальной скобы (рис. 12.11, *а*), острый конец которой вставляют в шов кладки, а к тупому, более длинному концу, опирающемуся на маячный кирпич, привязывают причалку. Свободную часть шнура наматывают на ручку скобы. Поворотом скобы в новое положение (рис. 12.11, *б*) (показано пунктиром) получают линию натяжения причалки для следующего ряда. Чтобы причалка не провисала между маяками, под шнур подкладывают деревянный маячный клин, толщина которого равна высоте ряда кладки, а поверх него кладут кирпич, которым прижимают шнур (рис. 12.11, *в*). Маячные клинья укладывают через 4–5 м.

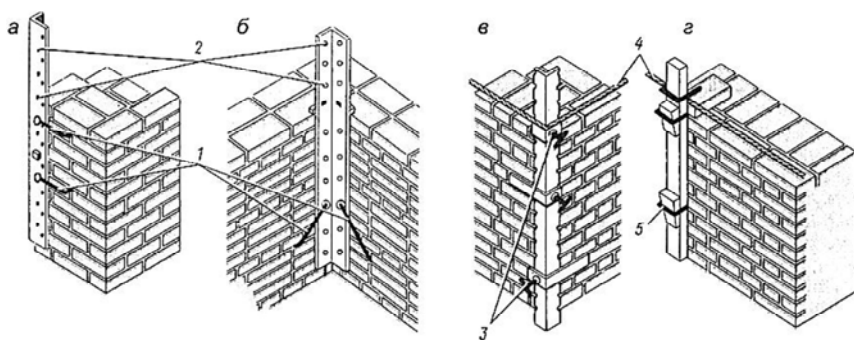


Рис. 12.10. Установка и выверка порядовок:

- а* – металлическая для наружных углов; *б* – то же, для внутренних углов;
- в* – металлическая со скобами; *г* – деревянная промежуточная;
- 1* – крюки держатели; *2* – отверстия для закрепления причального шнура;
- 3* – скоба с винтовым зажимом; *4* – П-образная скоба; *5* – деревянный клин

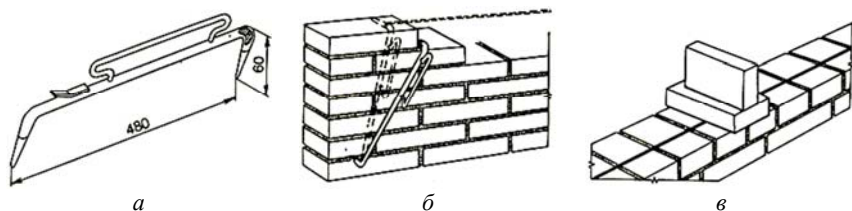


Рис. 12.11. Установка шнура-причалки:

- а* – причальная скоба; *б* – переустановка скобы со шнуром-причалкой;
- в* – закрепление шнура-причалки с помощью деревянного маячного клина



После установки порядовок, укладки маяков и натяжения шнура-причалки, приступают к выполнению процесса: раскладывают кирпичи на стене, расстилают раствор под наружную версту и укладывают наружную версту. Дальнейший процесс возведения кладки зависит от принятого порядка кладки: порядного, ступенчатого или смешанного.

**Кладка выступов стен.** Кладку выступов стен (пилястр) выполняют по однорядной или многорядной системе перевязки, если ширина пилястры 4 кирпича и более, а при ширине пилястры до  $3\frac{1}{2}$  кирпича – по трехрядной системе перевязки, как кладку столбов. Для перевязки выступа с основной стеной в зависимости от размера пилястры используют неполномерные или целые кирпичи, применяя приемы раскладки кирпичей, рекомендуемые для перевязки примыканий (пересечений) стен.

**Кладка стен с нишами.** Кладку стен с нишами (для приборов отопления), выполняют с применением тех же систем перевязки, что и для сплошных участков. При этом ниши образуют, прерывая в соответствующих местах внутреннюю версту, а в местах углов ниши для связи их со стеной укладывают неполномерные и тычковые кирпичи (рис. 12.12).

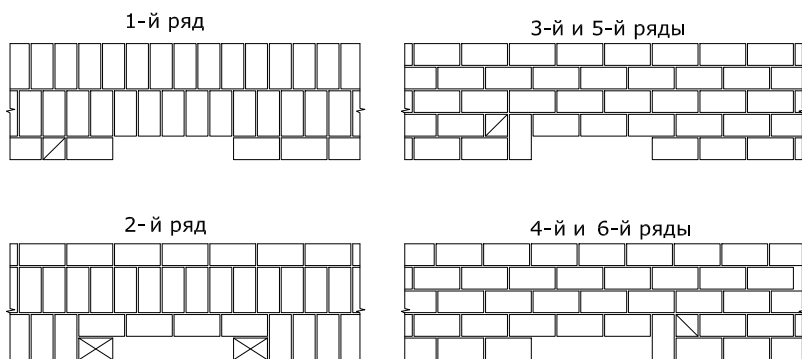


Рис. 12.12. Кладка стены с нишей при многорядной системе перевязки

**Кладка стен с каналами.** При кладке стен приходится одновременно устраивать в них газоходы, вентиляционные и другие каналы. Их размещают, как правило, во внутренних стенах здания: в стенах толщиной 38 см – в один ряд, а в стенах толщиной 64 см – в два ряда.

*Газоходы и вентиляционные каналы* в стенах из кирпича и пустотелых камней выкладывают из обыкновенного глиняного кирпича. Толщина стенок каналов должна быть не менее 1/2 кирпича; толщина перегородок (рассечек) между ними – также не менее 1/2 кирпича. Каналы делают вертикальными. Допускаются отводы каналов на расстояние не более 1 м и под углом не менее 60° к горизонту

Участки кирпичных стен с каналами выкладывают с предварительной разметкой их на стене по шаблону – доска с вырезами, соответствующими расположению и размерам каналов на стене. Этим же шаблоном проверяют в процессе кладки правильность размещения каналов.

При кладке в каналы вставляют инвентарные буйки в виде пустотелых коробок из досок или другого материала. Сечение буйка равно размерам канала, а высота его – 3–10 рядам кладки. Применение буйков обеспечивает правильность формы каналов и предохраняет их от засорения, при этом полнее заполняются швы.

При возведении стен буйки переставляют через 6–7 рядов кладки. Швы кладки каналов должны быть хорошо заполнены раствором. По мере возведения кладки их затирают, используя для этого швабровку. Делают это при перестановке буйков. Смачивая поверхности каналов водой, растирают шваброй наплывы раствора и заглаживают швы. В результате на поверхности кладки остается меньше шероховатостей, где может оседать сажа (пыль).

После окончания кладки каналы проверяют, пропуская через них шар диаметром 100 мм, привязанный на шнуре. Место засорения канала определяют по длине опущенного в него шнура с шаром.

***Кладка стен при заполнении каркасов.*** Такие стены выкладывают с применением тех же систем перевязки и приемов труда, что и при кладке обычных стен. Крепления кладки к каркасу выполняют в соответствии с проектом. Обычно для этого укладывают в швы кладки стержни арматуры и прикрепляют их к закладным деталям каркаса.

***Армированная кирпичная кладка*** выполняется с целью повышения несущей способности каменных конструкций. Армированные кирпичные конструкции представляют собой кладку, в швы которой на растворе укладывают стальную арматуру. Армирование может быть поперечное и продольное.

***Поперечное армирование*** выполняют сетками или отдельными стержнями. Столбы, стены и простенки армируют поперечной сет-

чатой арматурой прямоугольной (рис. 12.13, *а*) или зигзагообразной (рис. 12.13, *б*) формы (сетки «зигзаг»).

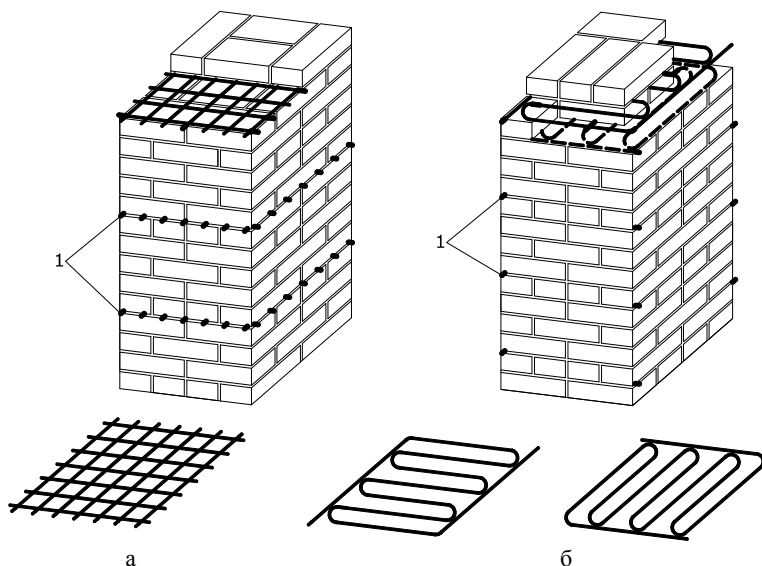


Рис. 12.13. Армирование кирпичных столбов сетками:

*а* – прямоугольными; *б* – зигзагообразными;

*1* – выступающие концы сеток (для осуществления контроля наличия сеток)

Диаметр стержней для поперечного армирования кладки допускается не менее 2,5 мм и не более 8 мм. Вместе с тем диаметр арматуры в прямоугольных сетках должен быть не более 5 мм, а в зигзагообразных – не более 8 мм. Применение арматуры больших диаметров вызвало бы недопустимое увеличение толщины горизонтальных швов и снижение прочности кладки.

Стержни сеток сваривают или связывают между собой вязальной проволокой. Расстояние между стержнями в сетках должно не более 120 мм. Применение отдельных стержней, укладываемых взаимно перпендикулярно в смежных швах, вместо связанных или сваренных сеток не допускается. Сетки должны иметь такие размеры, чтобы концы стержней выступали на 2–3 мм за одну из внутренних поверхностей простенка или столба. По этим концам проверяют наличие арматуры в кладке.

Арматурные прямоугольные сетки укладывают не реже чем через пять рядов кладки, зигзагообразные – попарно в двух смежных рядах, так, чтобы направление стержней в них было взаимно перпендикулярным. За расстояние между зигзагообразными сетками принимают расстояние между сетками одного направления.

Материалы арматуры, сечение стержней и их расположение указывают в проекте.

#### **12.4. Технологические операции при производстве каменной кладки**

Кирпичная кладка комплексный технологический процесс состоящий, в основном, из ручных операций. Рассмотрим последовательность выполнения основных технологических операций.

Первой операцией является раскладка кирпича на возводимой стене. Выполняется она следующим образом каменщиком 3-го разряда:

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

– для тычковых рядов – перпендикулярно оси стены.

Для *кладки ложковых наружных верст* – стопками по 2 кирпича параллельно оси стены или под углом  $45^\circ$  к ней с расстоянием между стопками в один 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 1 кирпич.

Для стен толщиной от 2 кирпичей и более кирпичи *для тычковых наружных верст* размещают стопками по 2 кирпича перпендикулярно оси стены с расстоянием между стопками  $1/2$  кирпича или под углом  $45^\circ$  к оси стены. 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 1 кирпич. Для стен толщиной в 1 кирпич при кладке тычкового ряда – на середине стены перпендикулярно ее оси с расстоянием между стопками  $1/2$  кирпича.

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

Раскладку кирпича на стене начинают, отступая на 50–60 см от последнего кирпича укладываемой версты, чтобы иметь место для расстилания раствора.

После завершения раскладки кирпича на возводимой стене **каменщик 3-го разряда подает, расстиляет и разравнивает раствор**. Смесь кладочного раствора на рабочие места каменщиков подают строительными кранами в растворных ящиках (объемом 0,38–0,15 м<sup>3</sup>), что соответствует порции раствора, расходуемого в течение двух часов. Из одного ящика удобно брать раствор при фронте 3–5 м. Для подачи раствора к месту укладки применяют также раздаточные бункера. 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.

*Расстиление и разравнивание раствора по постели* при выполнении кирпичной кладки необходимо обеспечить равномерное по толщине расстиление раствора. Это достигается следующим. Каменщик 3-го разряда подает раствор на стенку и расстиляет его грядкой. Как правило, для подачи и расстиления раствора на стене пользуются лопатой совковой (рис. 12.14, а, б).

Каменщик 4-го разряда *растворную постель для укладки кирпича разравнивает кельмой в процессе кладки*. Для ложкового верстового ряда раствор расстиляют лопатой в виде грядки шириной 80–100 мм, для тычкового – 200–220 мм.

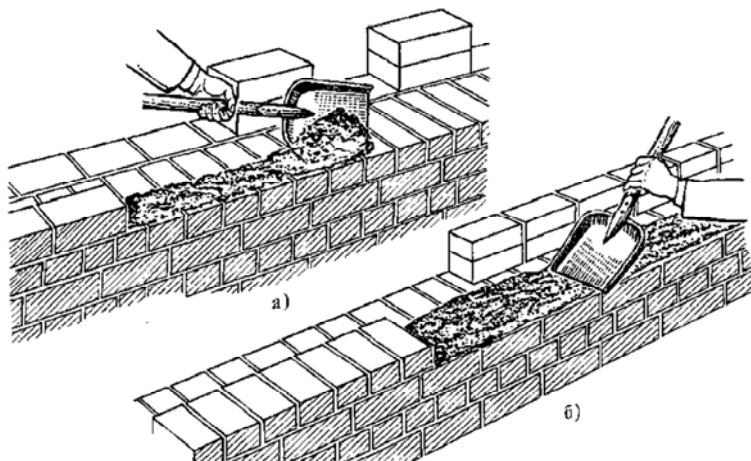


Рис. 12.14. Расстиление и разравнивание раствора лопатой совковой: а – для ложкового ряда; б – для тычкового ряда

При кладке впустошовку, раствор расстилают с отступом от лица версты на 20–30 мм. При кладке с полным заполнением швов раствор расстилают с отступом от лицевой поверхности стены на 10–15 мм. Толщина грядки раствора, уложенного на стене, в среднем должна быть 20–25 мм.

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 подаче и расстиланию раствора на стене рекомендуется использовать совок конструкции Максименко (рис. 12.15, а).

При кладке перегородок толщиной в 1/2 кирпича для расстилания раствора применяют лоток (рис. 12.15, б).

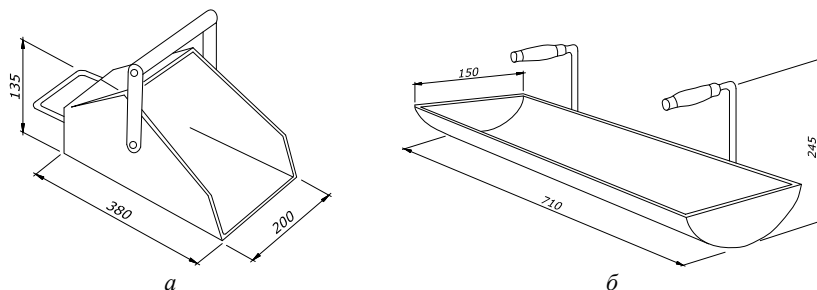


Рис. 12.15. Инструмент для расстилания раствора:  
а – совок Максименко; б – лоток для раствора при кладке перегородок

Технологическая схема расстилания раствора на стене с помощью совка Максименко приведена на рис. 12.16.

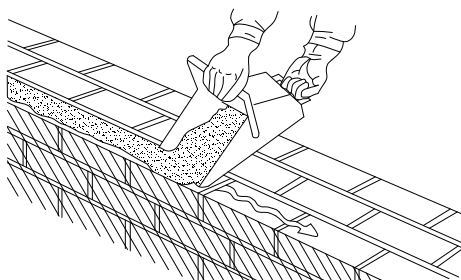


Рис. 12.16. Расстилание раствора совком Максименко

## 12.5. Организация рабочего места каменщиков

*Рабочее место каменщика* включает в себя участок возводимой стены 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 зоны:

- рабочая зона шириной 60–70 см (свободная полоса вдоль кладки, 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, закладные детали (сетки металлические, стержни арматурные и др.);

- транспортная зона шириной 110–120 см, в которой перемещаются такелажники или подсобные рабочие, поставляющие 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. Запас кирпича или камня на рабочем месте должен соответствовать 2–4 часовой потребности в них. Растворную смесь загружают в ящики непосредственно перед началом работы.

При кладке столбов кирпич располагают с одной стороны столба, а растворную смесь – с другой.

**Средства подмащивания.** Для удобства производства работ и обеспечения равномерной производительности труда каменщиков кладку этажа по высоте разбивают на отдельные участки – ярусы.

*Ярусом* при каменной кладке 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. При зданиях с высотой этажа 2,5–2,7 м более эффективной оказывается кладка в два яруса, когда высота каждого яруса до 1,5 м.

При зданиях с высотой этажа 2,5–2,7 м более эффективной оказывается 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 лесов.* Требования к подмостям и лесам – 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. 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. 12.17).

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.



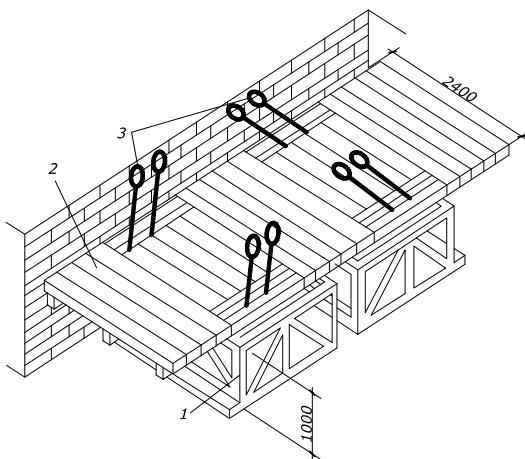


Рис. 12.17. Пакетные самоустанавливающиеся подмости:  
 1 – прямоугольная опора в сложенном состоянии; 2 – настил;  
 3 – стропы для подъема и изменения положения подмостей по высоте

*Шарнирно-панельные подмости* состоят из двух сварных ферм-опор треугольного сечения, к которым прикреплены деревянные брусья и настил (рис. 12.18).

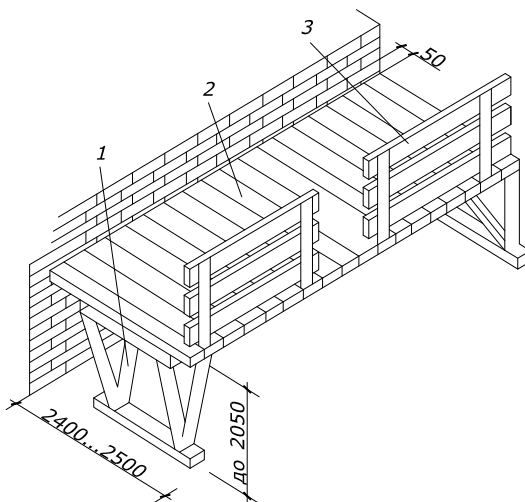


Рис. 12.18. Шарнирно-панельные подмости:  
 1 – фермочка-опора; 2 – настил; 3 – инвентарные ограждения

Конструктивное решение подмостей позволяет начинать кладку второго яруса на высоте 115 см. В случае необходимости, отсоединив опоры в центре и подняв подмости краном, можно увеличить их высоту до 205 см.

*Переносная площадка-подмости* (рис. 12.19) применяется для кладки наружной стены лестничной клетки. На время кладки наружной стены площадка устанавливается непосредственно на внутренние поперечные стены лестничной клетки, возведенные до уровня подмостей каменщиков.

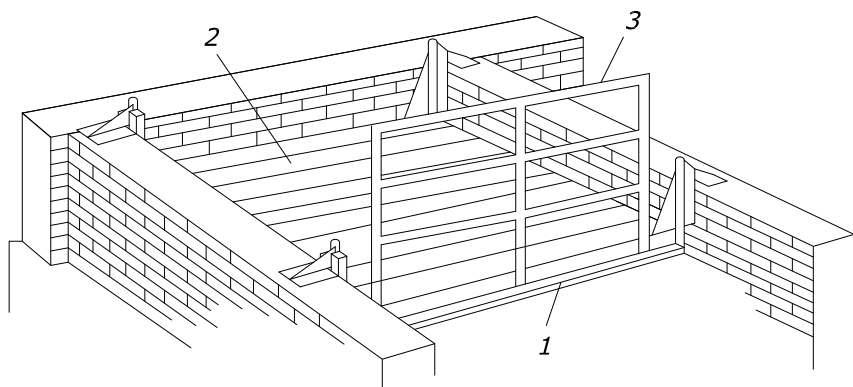


Рис. 12.19. Переносная площадка ограждение:  
1 – фермочка-опора; 2 – настил; 3 – инвентарное ограждение

Подмости должны иметь ограждения и приставные инвентарные лестницы для подъема на них 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.

*Стоечные подмости конструкции Руффеля* состоят из выдвигаемых трубчатых стоек, деревянных прогонов и щитов настила, располагаемого на высотах 1,2; 2,4; 2,7; 3,2 м, можно выполнять кладку до высоты 4,4 м. Основная часть конструкции – неподвижная труба с отверстиями по высоте. В эту трубу сверху вставляют выдвижную трубу, тоже с отверстиями, в верхней части этого выдвижного 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 подмоостей и возводимой стеной оставляют зазор до 5 см.

*Леса* – средства подмащивания, предназначенные для возведения кладки на всю высоту здания. Используются они для возведения одноэтажных промышленных, спортивных, зрелищных и сельскохозяйственных зданий, облицовки стен и при выполнении других строительных работ. Наиболее широко применяют: безболтовые трубчатые штыревые леса, трубчатые болтовые и леса из объемных элементов.

*Безболтовые трубчатые штыревые леса* предназначены для применения при кладке каменных стен высотой 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 попарно на деревянные подкладки и закрепляемые к подкладкам костылями. Стойки с помощью ригелей соединяются между собой, образуя пространственную конструкцию. Стойки посредством крюков двойных, крюков одинарных и анкеров соединяются со стеной возводимого здания. Настил на ярусах лесов собирается из деревянных щитов. Щиты настила устанавливаются на ригеля. Подъем людей на леса осуществляется по лестницам. Верхний конец лестниц на крюках навешивается на поперечины, а нижний опирается на настил. На рабочих ярусах лесов кроме настилов устанавливаются ограждения. Для защиты от атмосферных электрических разрядов леса оборудуются заземлением, соединенным со стойкой при помощи шины. Крепление лесов к стене осуществляется закладными, закладываемыми в стену в процессе кладки. Настил может собираться только на двух ярусах – верхнем рабочем и нижнем защитном; расстояние между этими настилами по высоте должно быть не более 6 м.

Транспортирование лесов может производиться транспортом любого вида в соответствии с действующими для данного вида транспорта правилами перевозки грузов. Перед транспортированием элементы лесов должны быть рассортированы по видам (ригель, стойка, связь и т. д.) и связаны в пакеты проволокой диаметром не менее 4 мм в две нитки со скруткой не менее 2-х витков, а мелкие детали должны быть упакованы в ящики. Сбрасывать элементы лесов с транспортных средств при разгрузке не допускается. Хранение

лесов должно осуществляться по группе хранения ОЖ4 в соответствии с ГОСТ 15150-69.

*Леса рамные строительные ЛСПР-200* предназначены для проведения работ на высоте до 20 метров. Эти леса выполнены в виде рамной конструкции (рис. 12.20).

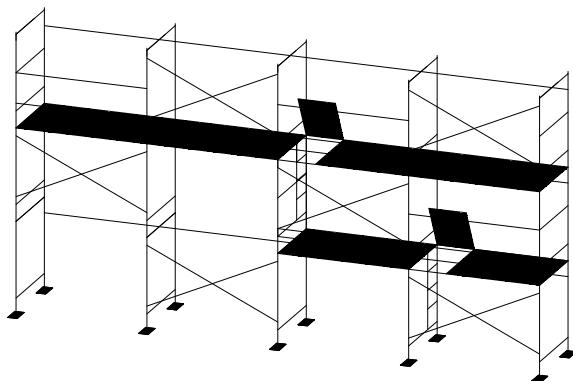


Рис. 12.20. Конструктивная схема лесов ЛСПР-200

В качестве элементов жесткости используются трубы  $42 \times 1,5$ ,  $35 \times 1,5$ ,  $25 \times 1,5$ , отвечающие ГОСТ 27321-87.

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. Для устойчивости рамы 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).

На рамах предусмотрены замки (с фиксатором для крепления диагональных стяжек и связей). Крепление лесов к стене осуществляется через анкеры и пробки. 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 ме-

таллические 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* предназначены 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. Благодаря особенностям 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.

*Леса из объемных элементов* состоят из вертикальных этажерок и панелей рабочего настила с ограждением. Все элементы лесов монтируют и разбирают с помощью кранов. Такие леса нашли применение для кладки стен одноэтажных промышленных зданий высотой до 14,2 м.

## 12.6. Кладка наружных стен

**Трехслойная кирпичная кладка со стеклопластиковыми связями и плитным утеплителем** рекомендована к применению при возведении наружных стен жилых зданий.

Она имеет следующее *конструктивное решение*. Внутренняя верста выполняется из керамического рядового пустотелого утолщенного кирпича марки КРПУ-125/35 толщиной 380 мм. Наружная верста (облицовочный слой) толщиной 120 мм 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 применяют плитный утеплитель (пенополистирол или плиты волокнистые ми-

нераловатные). Для обеспечения совместной работы наружного и внутреннего слоя стены и закрепления плитного утеплителя в проектном положении применяют стеклопластиковые связи длиной 580 мм, диаметром 6 мм. 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.

Конструктивное решение кладки приведено на рис. 12.21.

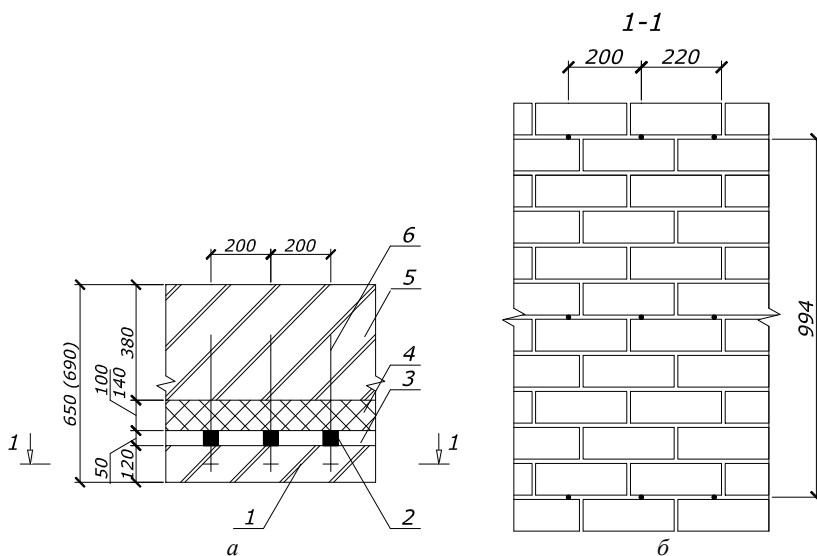


Рис. 12.21. Конструктивное решение многослойной кирпичной кладки с плитным утеплителем:

- 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

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

Кладку трехслойных наружных стен выполняет звено каменщиков в составе: 5-го разряда – 1 чел. (звеньевой), 4-го разряда – 2 чел., 3-го разряда – 3 чел. Звено шестерка в процессе кладки стен разбивается на звенья «двойки». Работа звена сводится к работе трех звеньев «двойка». 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. 12.22.

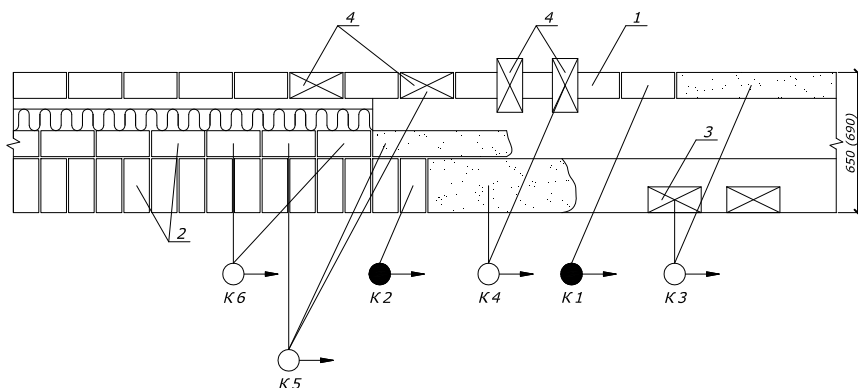


Рис. 12.22. Схема работы звена «шестерка»:

- 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 выполнения работ.** Согласно ТТК-26, рекомендуется следующая последовательность выполнения работ. Кладку стен начинают с закладки углов (каменщик 5 разряда) и «маячных» простенков (каменщики 4 разряда). Расстояние между углами и «маячными» простенками не должны превышать 12 м. По завершению работ по закладке углов и «маячных» простенков приступают к кладке наружной версты (облицовочного

слоя). Работу ведет звено «двойка» в составе: каменщик 5-го разряда (К1) и каменщик 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, выполняет гидроизоляцию на внутренней версте кладки.

Плиты пенополистирола нарезают по высоте 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 закеренной в ней шайбой стеклопластико-



вой связи. Шаг установки стеклопластиковых связей по высоте не более 1 м. Среднее количество связей на 1 м<sup>2</sup> 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 расстиляет раствор грядкой, отступая от грани стены 2–3 см. Каменщик (К2) ведет кладку приемом «вприжим», каменщик (К5) устанавливает арматурные сетки под оконными проемами

Введение многослойной кирпичной кладки является достаточно трудоемким ручным технологическим процессом: затраты труда на 1 м<sup>3</sup> конструкции стены в зависимости от сложности кладки составляет 7,4–8,0 чел/час.

**Наружное стеновое ограждение «Термический экран»** состоит из двух конструктивных элементов: *несущего и теплоизоляционно-декоративного* (рис. 12.23).

**Несущий элемент** – это кирпичная кладка из полнотелого керамического кирпича на цементном растворе. Его термическое сопротивление теплопередачи в теплотехнических расчетах не учитывается. Толщина стены определяется расчетом, с учетом расчетной нагрузки, которая передается на кладку от выше расположенных несущих элементов (плит перекрытия и др.).

Для закрепления (навески) на несущий элемент теплоизоляционно-декоративного слоя (облицовочной стеновой панели) по ходу выполнения кладки в горизонтальные швы устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны диаметром 8 мм. Количество (шаг расстановки) стеклопластиковых анкеров-кронштейнов определяется расчетом.

**Теплоизоляционная облицовочная стеновая панель** предназначена для обеспечения  $R_{тр}$ , а также защиты кирпичной кладки несущего элемента от атмосферных воздействий. Теплоизоляционная облицовочная стеновая панель представляет собой конструктивный

элемент заводского изготовления. В качестве утеплителя в теплоизоляционной облицовочной стеновой панели должны применяться негорючие плитные материалы. На сегодня наиболее доступным негорючим плитным утеплителем являются минераловатные плиты.

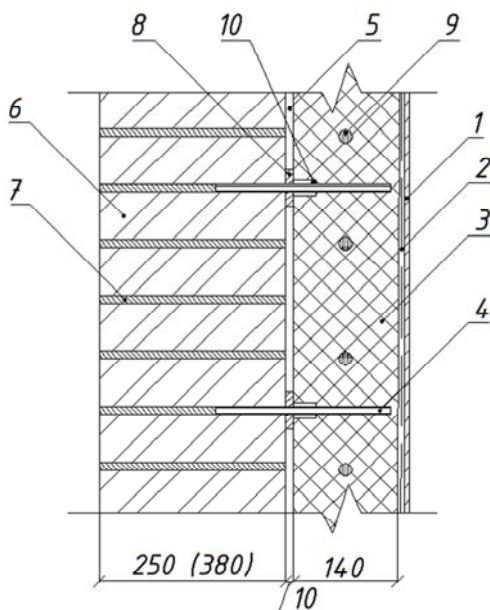


Рис. 12.23. Конструктивное решение наружного стенового ограждения «Термический экран»:

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

В республике Беларусь ОАО «Гомельстройматериалы» выпускаются минераловатные плиты «Фасад 15», которые отвечают предъявляемым требованиям и могут быть рекомендованы к применению в теплоизоляционной облицовочной стеновой панели. Согласно выполненным расчетам, с учетом требований ТКП 45-2.04-43-2006 минимальная толщина теплоизоляционного слоя из минераловатных плит «Фасад 15» около 130 мм.

Поставляемые на строительную площадку теплоизоляционные облицовочные стеновые панели являются конструктивным элементом полной заводской готовности – в заводских условиях наружная (фасадная) поверхность покрывается декоративно-защитным слоем (рис. 12.23).

Для снижения трудоемкости технологического процесса по навеске теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей на стеклопластиковые анкеры-кронштейны рекомендуется теплоизоляционные облицовочные стеновые панели изготавливать блоками размером  $2000 \times 1000$  мм. Конструктивно такой блок состоит из двух минераловатных плит размерами  $1000 \times 500$  мм, соединенных на стеклопластиковых штырях 9.

Во избежание появления «мостиков холода» стыки между отдельными блоками монтируемых теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей выполняются соединением типа «фолдинг» (рис. 12.24).

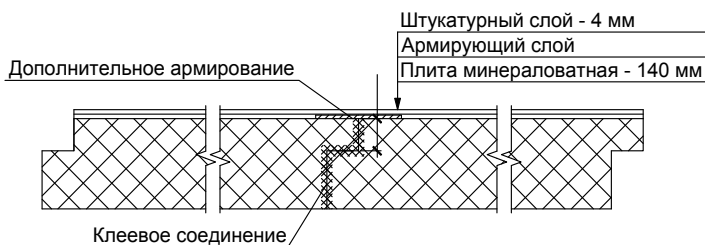


Рис. 12.24. Конструктивное решение стыка типа «фолдинг»

**Технология производства работ.** При возведении наружных несущих стен конструкции «Термический экран» рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ.

На первом этапе выполняется кирпичная кладка несущего элемента наружных стен. В процессе ведения кладки, для последующей навески теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей, в горизонтальные швы устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны диаметром 8 мм. Шаг расстановки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов определяется расчетом.

К навеске теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей приступают после устройства кровли. Работы выполняет звено мон-

тажников в составе: 4 р. – 1 ч., 3 р. – 1 ч. Рекомендуется, при работе на зданиях высотой до 30 метров использовать двухместную электрофицированную люльку типа ЛЭ-30-250, для зданий высотой до 80 метров – двухместную электрофицированную люльку типа ЛС-80–250.

Применение стыкового соединения типа «фолдинг» между монтируемыми теплоизоляционными облицовочными стеновыми панелями, позволяет снизить трудоемкость производства работ без снижения качества эксплуатационных характеристик (в первую очередь – теплоизоляционных) несущего наружного стенового ограждения.

#### **Кладка из легкобетонных блоков.**

**Материалы.** Для устройства наружных стен применяются следующие материалы. *Газобетонные блоки* один из видов блоков из ячеистого бетона. Они представляют собой блоки из легкого пористого бетона, изготовленные из цемента, кварцевого песка и воды с добавлением извести и алюминиевой пудры.

*Пенобетонные стеновые блоки и блоки перегородочные* изготавливаются путем равномерного распределения пузырьков воздуха по всей массе бетона. В отличие от газобетона, пенобетон получается без химических реакций, а при помощи механического перемешивания предварительно приготовленной пены с бетонной смесью. Пеноблоки обладают более высокими теплозащитными свойствами, так как пенобетону свойственна закрытая структура пористости (пузырьки внутри пеноблока изолированы друг от друга). Согласно информации изготовителей, пеноблоки вообще не впитывают влагу.

*Автоклавные ячеистые бетонные* блоки применяют:

– в несущих стенах зданий высотой до 5-ти этажей включительно, но не более 15 м;

– в самонесущих – в зданиях высотой до 9-ти этажей включительно, но не более 30 м.

Блоки из неавтоклавных ячеистых бетонов применяют в несущих и самонесущих стенах зданий высотой до 3-х этажей включительно, но не более 12 м.

**Растворные смеси.** Для улучшения теплотехнических характеристик наружного стенового ограждения, рекомендуется кладку стен из блоков ячеистого бетона выполнять на клеевом растворе сухих смесей № 118, 118.1, 118.2 (ГОСТ 28013). Они представляют собой смесь минеральных вяжущих, минеральных заполнителей и полимерных модифицирующих компонентов.

Приготовление растворных смесей из сухой растворной смеси осуществляется непосредственно перед укладкой блоков. Рецептура приготовления растворов представлена в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Рецептура приготовления клеевого раствора

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

Расход сухой растворной смеси на 1 м<sup>3</sup> кладки при толщине 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 мин созревания и повторного размешивания. Смесь сохраняет свои свойства в течение 60 мин (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. Затворение смесей производят холодной водой. Подогрев растворных сухих смесей с поташом запрещается.

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 применяется 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 1205×1000×1230 (*h*) мм перевозится 1,8 м<sup>3</sup> 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 2-х 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.

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

- кладка средней сложности – каменщик 4 разряда – 1 чел, каменщик 3 разряда – 1 чел;
- простая кладка – каменщик 3 разряда – 2 чел.

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

#### ***Технологическая последовательность выполнения работ.***

До начала работы по возведению наружных стен каменщики на рабочем месте выполняют следующие подготовительные операции:

- 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 простеночные маячные 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. Толщина шва между блоками не должна превышать 3 мм. 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 кельмы. 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. U-образные блоки с каждой стороны должны заходить на стену не менее, чем на 2 см.

Последний ряд блоков выкладывается так называемыми выравнивающими блоками.

При температуре воздуха выше +20 °С поверхность блоков следует обильно увлажнять водой.

## 12.7. Устройство перегородок

**Кирпичные перегородки** для снижения нагрузки на перекрытия чаще всего выполняют толщиной в четверть кирпича (65 или 88 мм), оштукатуренные с двух сторон.

Во избежание образования трещин и разрушения перегородок необходимо выполнять следующие конструктивных условия. Перегородки на первых этажах здания без подвала опирают на предварительно выполненный фундамент, а на этажах с железобетонными перекрытиями – непосредственно на перекрытие. Крепление перегородок к несущим конструкциям перекрытия может осуществляться следующими способами:

– установкой в просверленные в ж/б 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, 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 выполняет звено «двойка». Кирпичные перегородки толщиной в полкирпича возводят ложковой кладкой на сложном растворе.

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.

Рабочее место организуют по обычным схемам с учетом конкретных условий.

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 (рис. 12.25) из досок, остроганных с наружной и отфугованных с внутренней рабочей стороны.

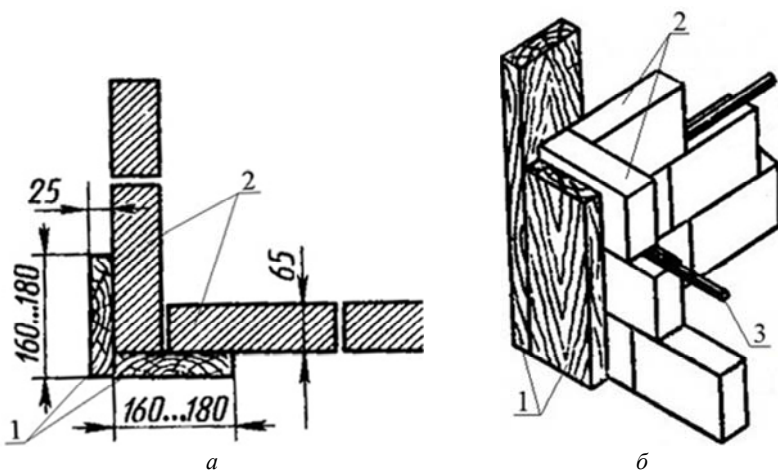


Рис. 12.25. Кладка перегородок с шаблоном из досок:  
*а* – кладка угла перегородки; *б* – армированная кладка угла перегородки;  
1 – шаблон из досок; 2 – кирпичная кладка стенки перегородки;  
3 – арматурные стержни

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. Дверные

проемы перегородок перекрываются типовыми железобетонными брусковыми элементами или выполняются из стальных арматурных стержней с последующим оштукатуриванием (обетонированием).

Кладку двух последних рядов кирпичных перегородок 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.

**Перегородки из блоков ячеистого бетона.** Для устройства перегородок в зданиях и сооружениях применяются блоки из ячеистых бетонов толщиной 100, 150 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  $1 \text{ м}^2$  перегородки, а также трудоемкость возведения (один блок может заменить до 15–20 кирпичей). При кладке на клеевом составе за счет тонких швов кладка высыхает намного быстрее кирпичной. Поверхность кладки из блоков не требует оштукатуривания – для отделки достаточно чистой шпатлевки. Все перечисленное обеспечивает большие объемы работ по устройству 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 или оцинкованной полосой  $50 \times 2$  мм по всей длине в швах кладки. Для исключения передачи усилий от деформации перекрытий зазор между верхним рядом кладки блоков перегородки и плитой перекрытия необходимо заполнить уплотнительной прокладкой (пороизол, вилотерм, минплита).

**Технология производства работ.** До начала возведения перегородок проводится предварительная разметка линии их местоположения, то есть ее прокладка на очищенном перекрытии, потолке и прилегающих стенах. Для этой цели можно использовать бечевку и уровень. 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. 12.26).

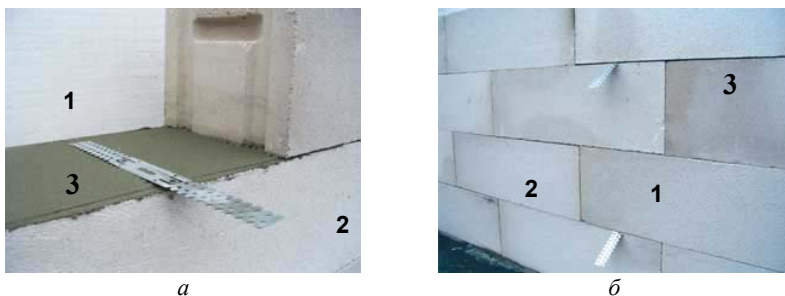


Рис. 12.26. Крепление перегородок к несущей стене стальными анкерами:

*a* – закрепление в горизонтальном шве;

*б* – расположение по высоте несущей стены;

*1* – стальной анкер; *2* – блоки ячеистого бетона; *3* – слой кладочного раствора

Если перегородка примыкает к несущей стене, в которую предварительно не установили стальные анкеры, соединение стен выполняется с помощью соединительных элементов типа «L» (рис. 12.27).



Рис. 12.27. Соединение перегородок к несущей стене с помощью элементов типа «L»:

*1* – соединительный элемент типа «L»; *2* – несущая стена;

*3* – возводимая перегородка;

*4* – крепежные элементы (гвозди или распорные дюбеля)

Данное решение применяется, если для возведения перегородок используются блоки, размеры которых отличаются от размеров блоков, использованных при возведении стен. Разница в высоте кладочных элементов может привести к тому, что горизонтальные швы в обеих стенах не будут совпадать, и применение простых соединительных элементов будет невозможным. Для применения загнутых соединительных элементов их необходимо соответствующим образом прикрепить к стенам. В зависимости от использованных кладочных элементов это можно сделать с помощью гвоздей или распорных дюбелей.

Кладка перегородок ведется так же, как и кладка несущих стен.

**Перегородки из плит гипсовых пазогребневых.** Плиты гипсовые пазогребневые для перегородок (ППП) имеют форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и ровными гладкими лицевыми поверхностями, имеют стыковочные и опорные поверхности, то есть паз и гребень.

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

Для устройства перегородок с ненормируемым пределом огнестойкости и повышенной влажностью применяются гидрофобизированные (влагостойкие) плиты.

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

**Транспортирование и складирование плит.** На заводе изготовителе ППП с помощью автоматического захвата упаковывают в пакеты по 20 штук (масса 340 кг). Пакет формируют из плит одного типа, одних размеров и одной категории с использованием поддонов и термоусадочной пленки.

Транспортирование плит осуществляют автотранспортом в паке-тированном виде. Разгрузка плит на строительной площадке выполняется на тележку подъемника или на приобъектный склад. Транспортные пакеты плит при хранении у потребителя могут быть установлены друг на друга в штабели в соответствии с правилами охраны труда. При этом общая высота штабеля не должна превышать 4 м.

**Подача плит на рабочее место.** В связи с тем, что устройство перегородок из гипсовых пазогребневых плит необходимо выполнять

после остекления оконных проемов целесообразно подачу ПГП на этажи здания осуществлять 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. 12.28).

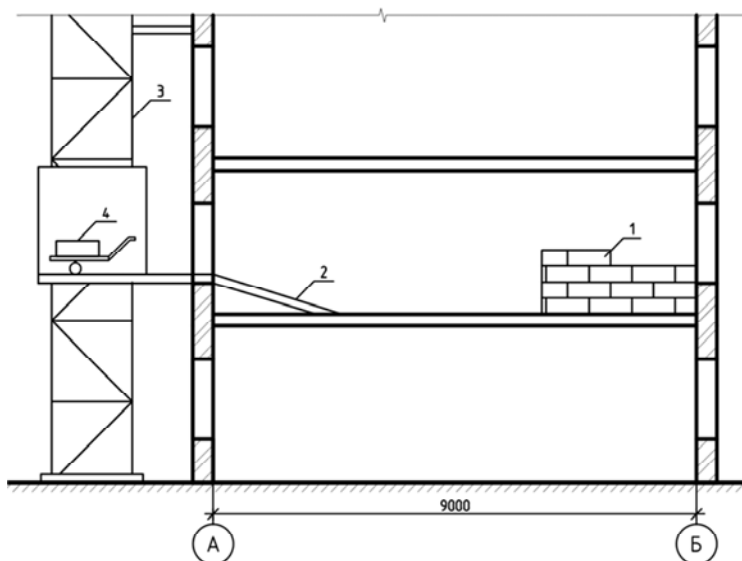


Рис. 12.28. Схема подачи ПГП на рабочее место:

- 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 складываются в штабеля-стопки на расстоянии 0,6–0,8 м от перегородки с промежутком между штабелями-стопками 1,3 м. Крайние стопки плит складывают непосредственно около стен, между которыми ставятся перегородки.

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

**Технология возведения перегородок.** До начала работ по возведению (монтажу) перегородок выполняют разметку их расположения в помещении согласно архитектурно-планировочным чертежам. Для этого предварительно размечают положения перегородки на перекрытии, потолке и прилегающих стенах. Наносят линии осей перегородок и 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.

Перегородки из ПГП ставят 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.** Подготовленный гипсовый клей сметанообразной консистенции наносят на основание пола и стены в местах примыкания к ним плит. Через 30 минут после нанесения клея можно приступить к монтажу.

В начале устанавливаются маячные плиты – плиты, примыкающие к стенам. Маячные плиты устанавливаются на гипсовый клей пазом к несущей конструкции (стене, колонне). В вертикальный торцовый паз плиты гипсовый клей наносится кистью, таким образом, чтобы толщина 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. Высокие перегородки выполняют по этапам (по 4–5 рядов), давая затвердеть клею.

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 4-х 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.) заде-

львают штукатурным гипсовым раствором, 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.

## **12.8. Производство каменных работ при отрицательных температурах наружного воздуха**

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

Сущность метода замораживания заключается в том, что 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 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. Температура раствора в момент укладки его должна соответствовать указанной в ТНПА.

Чтобы подогретый раствор, доставленный с 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.

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. Кроме того, следует быстрее возводить кладку по высоте. Это поз-



волит повысится плотность, а следовательно, и прочность кладки раствора в нижележащих рядах до его замерзания от нагрузки вышележащих рядов.

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.

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 в 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.

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

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

**Каменная кладка на растворах с химическими добавками.** 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, как правило, не применяют, так как химические добавки являются гигроскопическими веществами и сильно поглощают влагу из воздуха, что приводит к появлению высолов на поверхности кладки. 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. Приготовление растворов с химическими добавками необходимо выполнять, соблюдая требования техники безопасности. К работе допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по работе с химическими добавками.

**Кладка с прогревом.** При строительстве зданий повышенной этажности применяют несколько способов прогрева кладки специальными приборами и оборудованием: искусственный обогрев калориферами и приборами инфракрасного излучения, электропрогрев и иногда кладка в тепляках. При этом способе возведенный «под заморозку» этаж или здание отепляют, т. е. 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 не ниже 30 °С. Продолжительность обогрева устанавливается исходя из набора возведенной кладкой требуемой прочности. При таком способе прогрева кладки работы по возведению стен вышележащих этажей продолжают, 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 снижения теплопотерь прогреваемые конструкции утепляют теплоизоляционными материалами.

**Мероприятия, проводимые в период оттаивания кладки, выполненной способом замораживания.** В период оттаивания кла-

дочного раствора каменные конструкции обладают наименьшей прочностью и устойчивостью, а также увеличенной осадкой, что может привести к деформации конструкций и даже к разрушению зданий и сооружений. Поэтому до начала оттаивания кладки, выполненной способом замораживания, необходимо принять соответствующие меры по усилению наиболее нагруженных и наименее устойчивых элементов здания, 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. 12.29, 12.30).

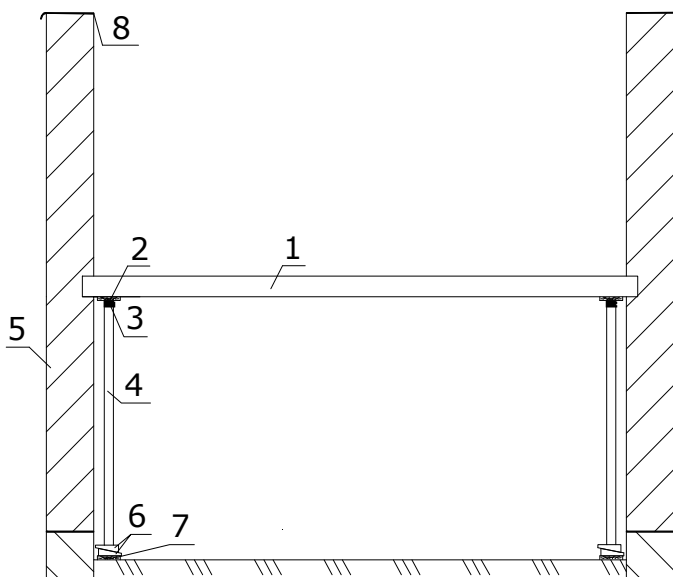


Рис. 12.29. Схема разгрузки стен:

- 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

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

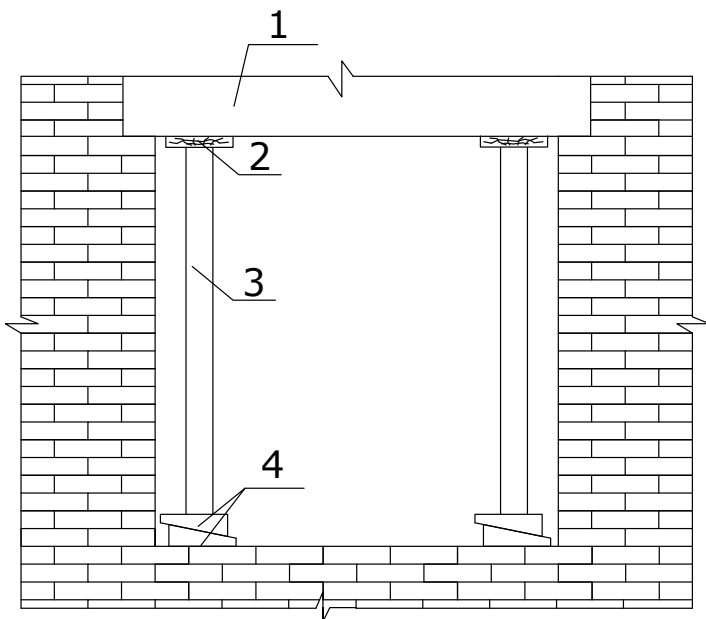


Рис. 12.30. Схема разгрузки кирпичных простенков оконного проема:  
 1 – железобетонная перемычка; 2 – деревянный брус;  
 3 – поддерживающая стойка; 4 – регулировочные деревянные клинья

При осадке оттаивающей кладки высоту стоек регулируют деревянными клиньями, подводимыми под нижние концы стоек. Помимо клиньев временные стойки должны иметь подкладки из древесины мягких пород (осины, сосны), которые могли бы при осадке стен сминаться поперек волокон. Перед наступлением оттепелей горизонтальные борозды, 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 закрепляют двухсторонними подкосами. 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.

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. Поэтому, чтобы исключить неравномерность осадок стен здания в целом, стены с южной стороны при необходимости закрывают брезентом или пергаментом. 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.

## 13. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С НЕСУЩИМ КАРКАСОМ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

### 13.1. Общие положения

Основными требованиями к организации и технологии производства общестроительных работ при возведении новых зданий на строительной площадке, где ведутся работы по реконструкции действующих объектов, являются:

- максимальное сокращение площади приобъектных складов;
- отказ от использования башенных кранов большой грузоподъемности.

Возведение зданий и сооружений с применением монолитного железобетона позволяет практически полностью решить эти требования за счет следующих факторов.

1. Сегодня трудоемкость возведения монолитных железобетонных конструкций существенно снизилась за счет того, что:

- выпуск комплектов легко монтируемой многооборачиваемой металлической опалубки налажен в промышленных объемах;
- использование при подаче и распределении в опалубке бетонной смеси технологических комплектов в составе бетононасосов и бетонопроводов, позволяет существенно снизить трудоемкость производства бетонных работ.

– доставка бетонной смеси на строительную площадку автобетоносмесителями снимает все ограничения по времени обеспечения «жизнеспособности» смеси и необходимость ее дополнительной перегрузки;

– применение вязанных арматурных каркасов позволяет отказаться от сварочных постов на строительной площадке;

– применение самоуплотняющихся бетонных смесей обеспечивает высокую прочность конструкций без трудоемкой и ответственной технологической операции по уплотнению уложенной в опалубку смеси глубинными вибраторами.

2. Применение монолитного железобетона в конструкциях позволяет получить следующие преимущества:

- возможность оптимизировать (уменьшить) поперечные сечения несущих конструкций (колонн, балок, ригелей, монолитного перекрытия и др.) за счет учета их совместной работы;

– за счет отсутствия стыков снизить трудоемкость производства работ и эксплуатационные затраты зданий на отопление.

Одним из основных достоинств железобетона является то, что он является рециклированным материалом, т. е. его можно неоднократно использовать, после сноса зданий и сооружений, измельчая разрушенные части конструкций в щековых дробилках на реконструируемом объекте и используя их в дальнейшем 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.

Технология производства бетонных и железобетонных работ является комплексным технологическим процессом, который включает: *монтаж опалубки; армирование железобетонных конструкций; подачу бетонной смеси в опалубку с ее послойным уплотнением; выдерживание (уход) бетона; распалубливанием конструкций.*

### **13.2. Технология возведения зданий из монолитного железобетона**

Возведение монолитных каркасных зданий ведется в следующей технологической последовательности, как правило, с применением опалубочной системы «МОДОСТР», апробированной и широко применяемой в Республике Беларусь. Возможно применение других опалубочных систем, обеспечивающих качество возведения монолитных конструкций, высокие темпы строительства и экономическую эффективность строительства в сравнении с опалубочной системой «МОДОСТР».

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 (покрытия):

- устанавливается опалубка;
- выполняются арматурные работы (вязка каркасов из отдельных стержней арматуры);
- подается бетонная смесь в опалубку (автобетононасос).

По завершении бетонных работ отдельным потоком выполняется работы по возведению наружного стенового ограждения и устройств перегородок.

**Технология возведения монолитных колонн.** Рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ. После приемки по акту монолитных фундаментов под колонны приступают к установке арматурного каркаса. Сварной арматурный каркас заводского изготовления краном подается к месту установки. Выверка и установка арматурного каркаса колонн в проектное положение выполняется с помощью геодезических приборов. Арматурный каркас после выверки крепится вязкой (проволокой) к выпускам арматуры из фундаментов. Затем с помощью крана устанавливается опалубка. Затем устанавливается опалубка.

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 устанавливают регулируемые подкосы с подпятниками. Крепление подпятников к фундаменту (перекрытию) выполняется анкерами. Схема устройства опалубки колонн из щитов МОДОСТР-КОМБИ приведена на рис. 13.1.

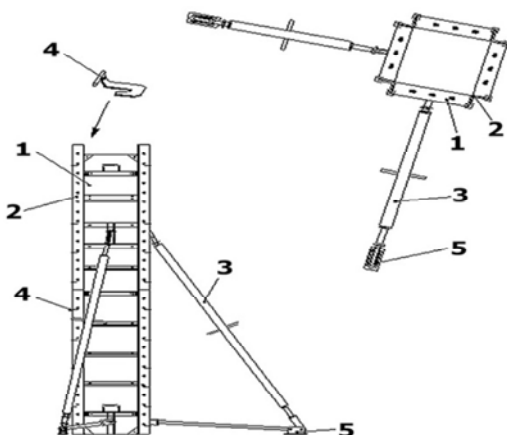


Рис. 13.1. Схема устройства опалубки прямоугольных колонн из щитов МОДОСТР-КОМБИ:

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 регулируемыми подкосами. 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. 13.2.

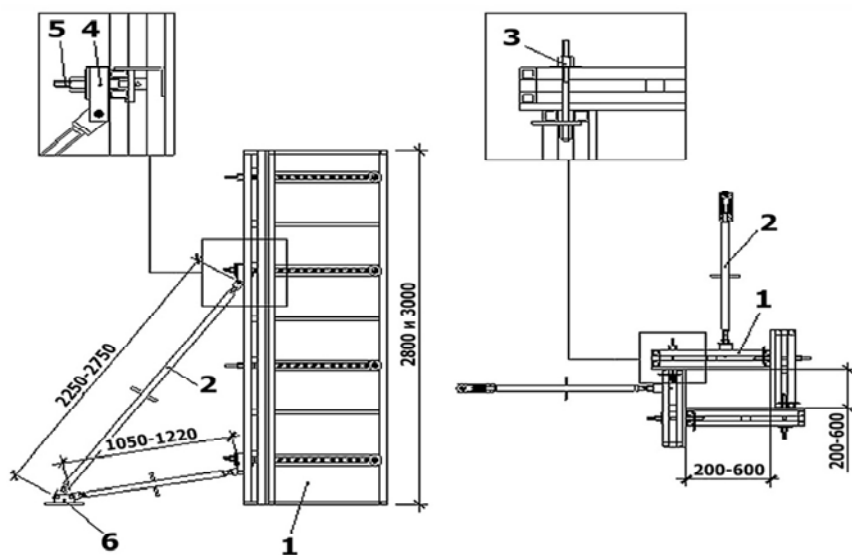


Рис. 13.2. Схема установки веерной опалубки колонн:

- 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.

Для точной установки опалубки по осям применяют арматурные фиксаторы-ограничители, которые привариваются к арматуре колонн. Арматурные анкера ( $\text{Ø}12$  S400) и арматурные фиксаторы-ограничители ( $\text{Ø}10$  S240) опалубки колонн, длина которых определяется поперечным сечением колонны, заготавливают на приобъектном арматурном участке. Схема установки фиксаторов защитного слоя арматуры и арматурных фиксаторов-ограничителей приведена на рис. 13.3.

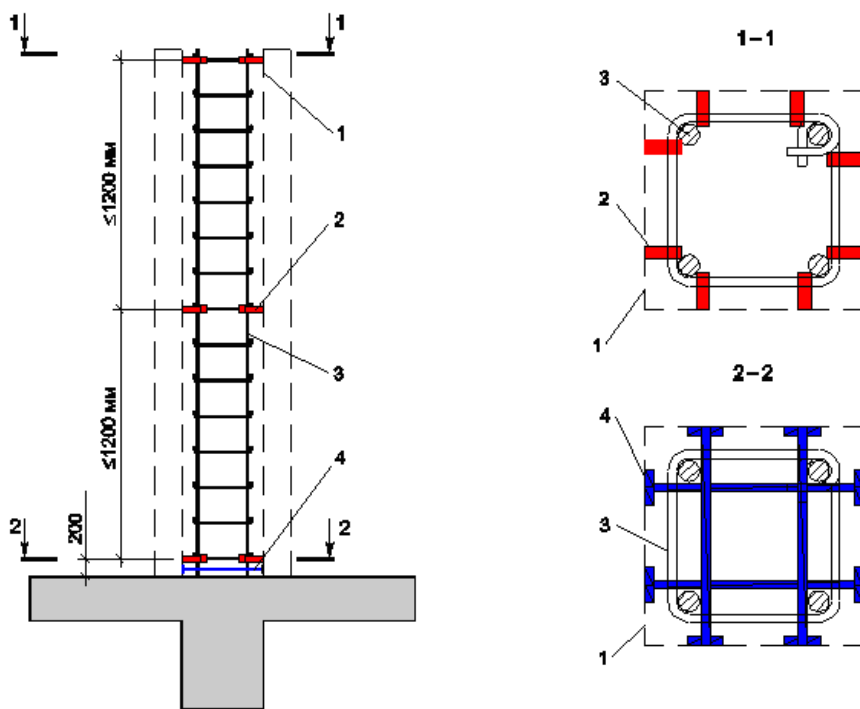


Рис. 13.3. Схема установки фиксаторов защитного слоя арматуры и арматурных фиксаторов-ограничителей:

- 1 – контур устанавливаемой опалубки;
- 2 – пластмассовый фиксатор защитного слоя арматуры;
- 3 – арматурный каркас; 4 – арматурный фиксатор-ограничитель

По завершении работ по установке опалубки приступают к бетонированию конструкций. Вначале устанавливают навесные подмо-

сти, с которых бетонщики будет осуществлять бетонирование колонн (рис. 13.4).

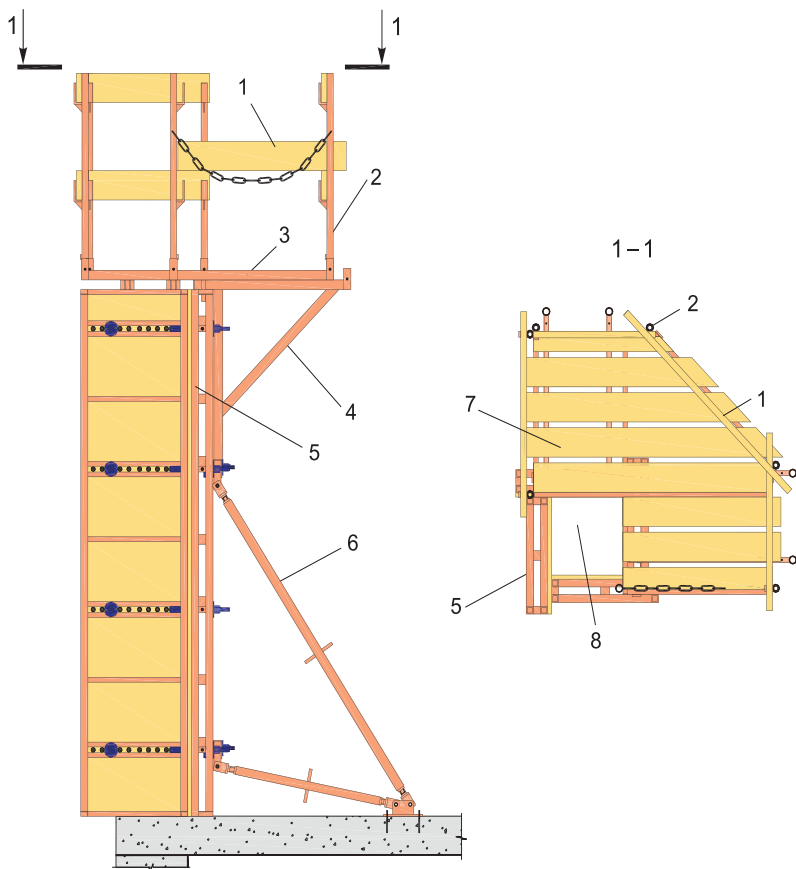


Рис. 13.4. Схема установки навесных подмостей на опалубку колонн:

- 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

Укладка 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. 13.5.

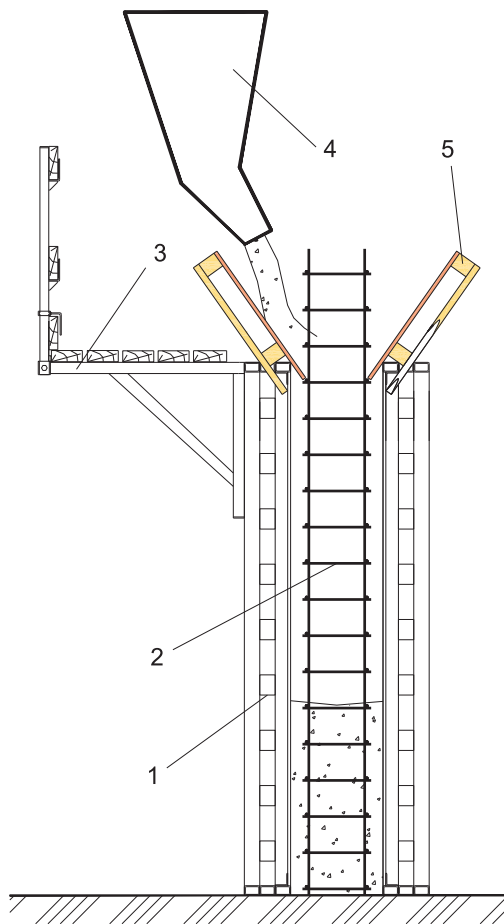


Рис. 13.5. Схема укладки бетонной смеси в опалубку способом «кран-бадья»:

- 1 – щит опалубки; 2 – арматурный каркас с выпусками;
- 3 – подмости для бетонирования; 4 – бадья с боковой выгрузкой;
- 5 – съемные фанерные лотки

Для бетонирования колонн применяется самоуплотняющаяся бетонная смесь (СУБС) марки РЗ. *Укладка СУБС в конструкцию производится без использования вибрационных средств.*

Скорость укладки СУБС должна соответствовать допустимой нагрузке на опалубку.

После достижения бетоном распалубочной прочности выполняется распалубка колонн. Распалубочная прочность бетона определяется непосредственно в конструкции неразрушающими методами.

Демонтаж опалубки колонн следует производить 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.

***Технология возведения монолитных перекрытий (покрытия).*** После набора бетоном не менее 70 % проектной прочности приступают к возведению монолитного перекрытия. Первой технологической операцией является *устройство опалубки.*

При возведении монолитного перекрытия каркасных зданий применяются следующие опалубочные системы: телескопические стойки и опорные башни. Технологические схемы опалубки перекрытия (покрытия) включают схемы раскладки и раскроя палубы из фанеры.

*Система опалубки на основе телескопических стоек* состоит из следующих основных элементов: палуба; несущие и распределительные балки; телескопические стойки; треноги; бортовые упоры (рис. 13.6).

Базовым элементом опалубки являются телескопические стойки, которые воспринимает все вертикальные нагрузки (бетонная смесь, вес опалубки и др.). Стальная телескопическая стойка 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.

Применяются телескопические стойки двух видов: с плоским и U-образным оголовком. Съёмный 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. 13.7.

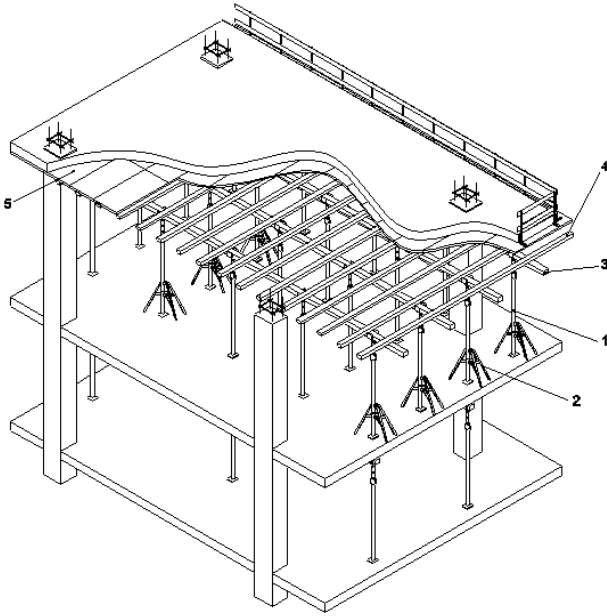


Рис. 13.6. Конструкция опалубки бетонирования перекрытия на основе телескопических стоек:  
 1 – телескопическая стойка; 2 – тренога; 3 – несущая балка; 4 – распределительная балка; 5 – палуба

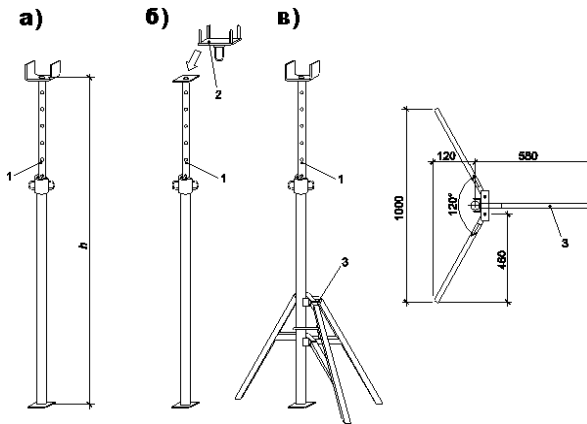


Рис. 13.7. Телескопические стойки:  
 а – с U-образным оголовком; б – с плоским оголовком; в – с треногой;  
 1 – телескопическая стойка; 2 – съемный оголовок; 3 – тренога

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. 13.8). По согласованию с производителем балки могут изготавливаться и другой длины.

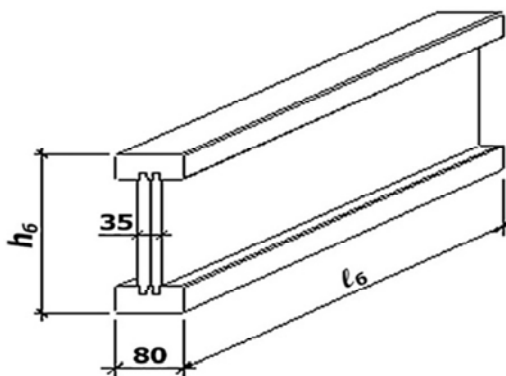


Рис. 13.8. Несущая (распределительная) клееная балка

*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.

В соответствии с технологической картой расставляют телескопические стойки под концы и стыки несущих опалубочных балок и фиксируют их в вертикальном положении треногами. Выдвигают верхнюю часть телескопической стойки и закрепляют фиксирующим элементом по высоте. Укладывают несущие опалубочные балки в оголовки телескопических стоек. 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 листов фанеры (палубы). Листы водостойкой фанеры после укладки на распределительные

тельные балки фиксируют гвоздями. Укладку и закрепление фанерной палубы опалубки перекрытия следует начинать со средних пролетов перекрытия. Палубу по крайнему контурному ряду перекрытия укладывают в последнюю очередь. Для формирования контура монолитной плиты, а также обеспечения безопасных условий при производстве работ на высоте устраиваются бортовые упоры со стойками ограждения (рис. 13.9).

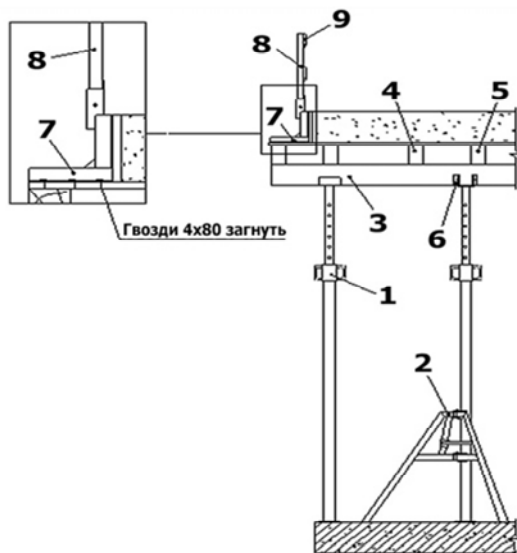


Рис. 13.9. Схема устройства опалубки контура монолитного перекрытия:

- 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

*Систему опалубки на основе опорных башен* рекомендуется применять для повышения безопасности работ на стадии монтажа опалубки (рис. 13.10).

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. 13.11.



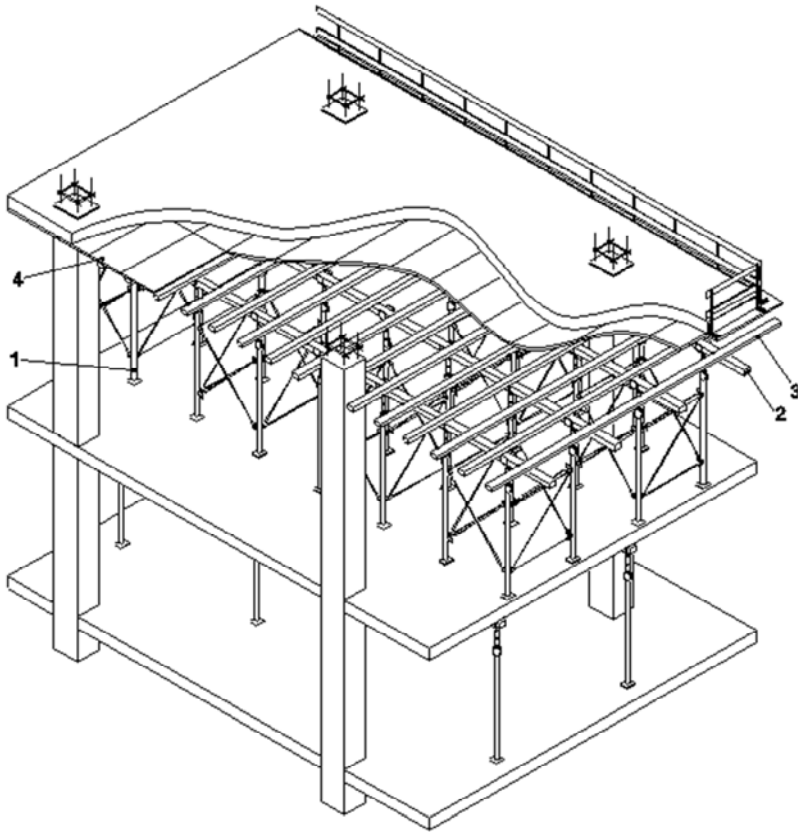


Рис. 13.10. Опалубка перекрытия на основе опорных башен:  
1 – опорная башня; 2 – несущая балка; 3 – распределительная балка; 4 – палуба

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 применяться 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 применения телескопических стоек.

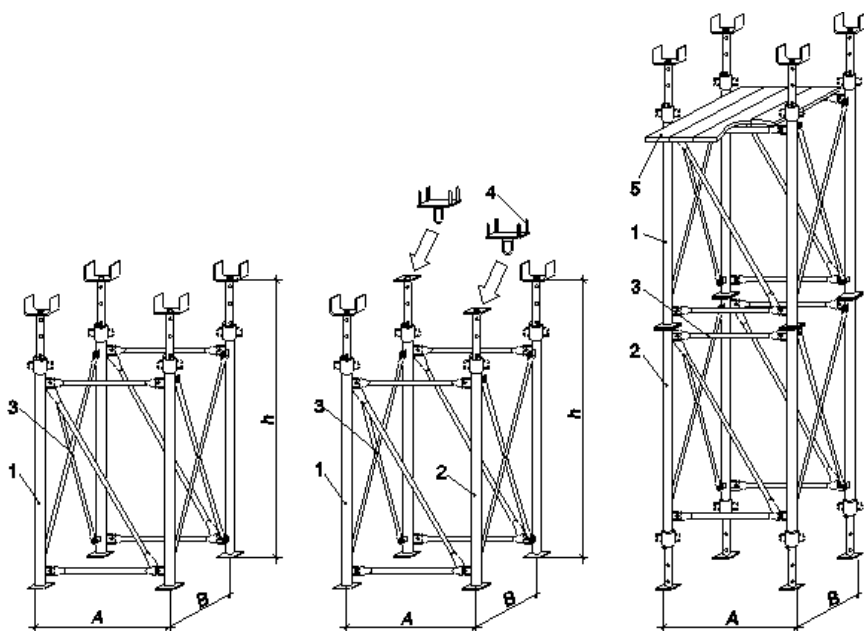


Рис. 13.11. Опорные башни системы «МОДОСТР»:  
 1 – телескопическая стойка с U-образным оголовком;  
 2 – телескопическая стойка с плоским оголовком;  
 3 – раскос; 4 – съемный оголовок; 5 – настил

По завершении работ по монтажу опалубки приступают **к выполнению арматурных работ**. Армирование плит перекрытий и покрытия выполняется в следующей последовательности. Перед армированием плиты палубу очищают от мусора, грязи, снега, наледи и с помощью распылителя наносят тонкий слой антиадгезионной смазки. Перед раскладкой стержней и вязки 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 вязки арматуры применяют вязальную проволоку диаметром 1,6 мм по ГОСТ 5781. Допускается применять предварительно отожженную стальную проволоку диаметром от 1 до 2 мм. Для обеспечения защитного бетонного слоя следует применять пластмассовые фиксаторы.

*Особенности организации арматурных работ.* Как показывает практика, при возведении зданий из монолитного железобетона требуется большая номенклатура арматурных изделий. Учитывая, что при строительстве монолитных каркасных зданий применяют способ вязки арматуры в построечных условиях, т. к. использование сварки в построечных условиях приводит к повреждению поверхности палубы из фанеры, что снижает качество лицевой поверхности бетона, как правило, на строительной площадке организуют приобъектный арматурный участок. Это позволяет обеспечить требуемое качество лицевой поверхности монолитного перекрытия (покрытия), а также ритмичность комплексного процесса возведения монолитного каркаса зданий

*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 из монолитного железобетона включает следующие операции:

- резка прутков на заготовки;
- гибка арматурных заготовок;
- изготовление из заготовок плоских и пространственных каркасов.

На сегодняшний день разработаны технологические схемы и определен перечень оборудования, позволяющие обеспечить высокую степень механизации изготовления арматурных изделий на строительной площадке.

Механизированная резка прутков арматуры на заготовки требуемой длины выполняется с помощью пресс-ножниц комбинированных. Наиболее распространенной является 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 следующие: 760×770×790 мм (*h*).

Согласно техническим паспортам, вышеперечисленное технологическое оборудование не разрешается эксплуатировать на открытых площадках, т. е. для его эксплуатации требуется, как минимум, навес.

По завершении арматурных работ приступают к **бетонированию конструкции**.

До укладки бетонной смеси должны быть выполнены и приняты все конструктивные элементы, проверены правильность установки

и надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих ее элементов, готовность к работе всех средств и механизмов для ладки 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.

В состав технологического процесса бетонирования входят укладка и уплотнение бетонной смеси в опалубке. Укладку бетонной смеси в опалубку производят, как правило, *автобетононасосами*. 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. 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. 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 следующие комплекты оборудования звеньев бетоновода: СБ-161 и СБ-95.

Для повышения прочности и морозостойкости бетона, каждый уложенный в опалубку слой бетонной смеси подвергается уплотнению. Целью уплотнения является удаление пузырьков воздуха из бетонной смеси, которые попали в нее с водой, использованной для затворения сухой бетонной смеси.

При возведении монолитных перекрытий, как правило, применяют *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 признаков достаточного уплотнения смеси:

- прекращение оседания смеси;
- хорошее заполнение опалубки, особенно в углах;
- появление цементного молочка на горизонтальной поверхности уплотняемого слоя;
- прекращение выделения пузырьков воздуха из уплотняемой смеси.

Как правило, время вибрирования составляет 15–30 сек.

Более длительное вибрирование может привести к расслоению бетонной смеси.

Вынимать вибронаконечник из бетонной смеси следует медленно при включенном двигателе, 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 не только уплотняемый слой, но и от 10 до 15 см нижележащего слоя. Это обеспечивает более надежную связь обоих слоев бетонной смеси. Внутренним вибратором нельзя касаться опалубки. Схема послойного уплотнения бетонной смеси в опалубке представлена на рис. 13.12.

Опирающие вибраторы вовремя их работы на арматуру монолитных конструкций недопустимо.

Запрещено добавление воды в бетонную смесь на стадии уплотнения, так как это сильно снижает прочность и плотность бетона.

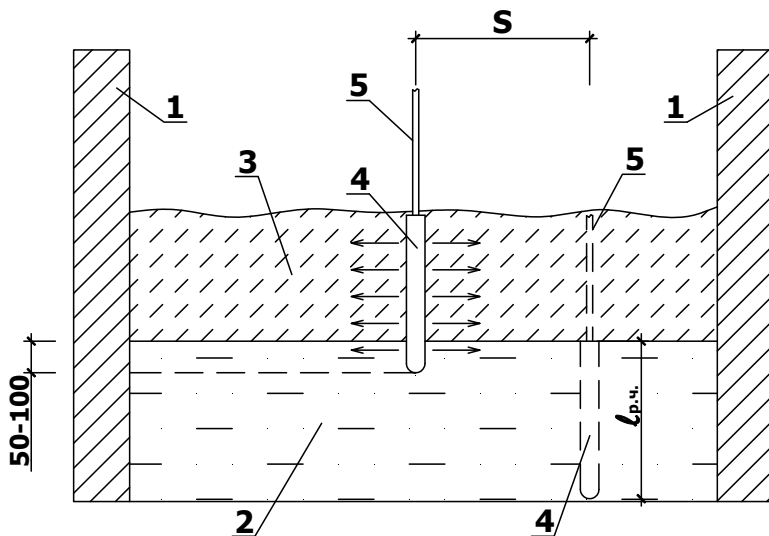


Рис. 13.12. Схема послойного уплотнения бетонной смеси в опалубке:

- 1 – опалубка; 2 – уплотненный (первый) слой бетона;
- 3 – уплотняемый (второй и последующие) слой бетона;
- 4 – рабочая часть глубинного вибратора; 5 – гибкий вал глубинного вибратора;
- $S$  – шаг установки глубинного вибратора;
- $l_{р.ч.}$  – длина рабочей части вибратора

Учитывая, что укладываемую в опалубку бетонную смесь необходимо уплотнять до начала работ определяется *толщина укладываемого слоя бетонной смеси*. Выбор толщины укладываемого слоя бетонной смеси должен осуществляться с учетом характеристик применяемых вибраторов. При использовании ручных глубинных вибраторов типа «вибробулавы» последние 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 и 12 см – в конструкциях с двойной арматурой.

По завершении бетонирования для набора бетоном проектной прочности выполняется *уход за ним*. Правильно запроектированные режимы выдерживания бетона в опалубке и уход за ним оказывают существенное влияние на время оборачиваемости используемого на стройплощадке комплекта опалубки. Режимы выдерживания бетона (продолжительность и температурно-влажностные условия твердения бетонной смеси до набора распалубочной или критической прочности) определяют расчетами с учетом удельного тепловыделения цемента, состава бетона, удобоукладываемости бетонной смеси, модуля поверхности конструкций.

*Уход за бетоном при положительных температурах наружного воздуха* подразумевает 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/(м<sup>2</sup>·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 сут.

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 250 °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.

**Технология производства бетонных работ при отрицательных температурах.** 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 твердение бетона прекращается.

Теоретически и практически доказано, что в замерзшем бетоне после оттаивания будет продолжаться процесс набора прочности до заданной марочной *при условии набора им к моменту замерзания так называемой критической прочности*. Поэтому цель зимнего бетонирования – предохранение бетона от замерзания в ранние сроки, обеспечение надлежащих условий его твердения, приводящих к набору критической прочности. Для решения поставленной цели



на строительной площадке рекомендуется руководствоваться следующей технологией при зимнем бетонировании.

*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. Подогрев цемента запрещается.*

*Транспортирование бетонной смеси осуществляют в автобетоносмесителях, которые позволяют обеспечить требуемую температуру товарной бетонной смеси. Места выгрузки бетонной смеси в бункера бетононасоса должны быть защищены от ветра, а средства подачи бетонной смеси в конструкции утеплены.*

*Основной объем бетонных работ при возведении монолитных колонн выполняется с использованием **прогрева бетона в термоактивной опалубке**.*

Бетонирование конструкций в термоактивной опалубке допускается при температуре наружного воздуха до –40 °С. Температура бетонной смеси перед ее укладкой в опалубку должна быть не ниже 5 °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, полимерные греющие провода 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. 13.13.

С внешней стороны нагревательные элементы и открытые поверхности опалубки покрывают теплоизоляционными материалами (пенополиуретан, минеральная вата, минеральная плита и др.), выдерживающими температуру нагрева элементов. Толщину утепления определяют теплотехническими расчетами.

Укладку, распределение и уплотнение бетонной смеси в термоактивной опалубке производят так же, как и в летних условиях. Продолжительность термообработки монолитных конструкций в

термоактивной опалубке рекомендуется определять, руководствуясь действующими нормативными документами.

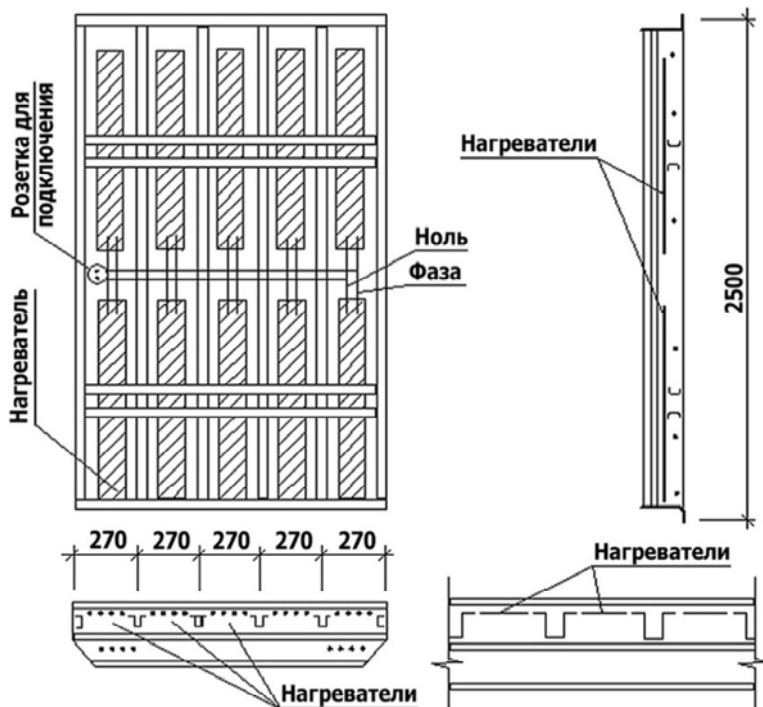


Рис. 13.13. Размещение и подключение нагревательных элементов в межреберном пространстве крупнощитовой металлической опалубки

Применение в термоактивной опалубке системы автоматического регулирования температуры нагрева бетона в зависимости от колебаний температуры наружного воздуха существенно упрощает ее эксплуатацию. Линейные работники (мастер, прораб) практически освобождены от участия в процессе прогрева бетона в опалубке.

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. С использованием нового материала разработана термоактивная опалубочная плита (ТАОП), представляющая 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. 8.30). 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.

*Бетонирование при отрицательных температурах наружного воздуха монолитных перекрытий (покрытий)* в виду их существенных геометрических размеров в плане требует дополнительных затрат.

Наиболее простым из апробированных на практике способов можно рекомендовать к применению **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, объемные, подвижные, подъемные*.

Из всех перечисленных типов тепляков для возведения монолитных плит перекрытий (покрытий) целесообразно применять **подвижные тепляки**. Эти тепляки имеют каркас из легких металлических конструкций. Тепляк перемещают по подготовленным направляющим или опорам. Установку опалубки и арматуры, распалубку осуществляют вне тепляка.

Промышленный выпуск мобильных тепловых пушек позволяет рекомендовать подвижные тепляки для массового применения при возведении монолитных перекрытий при отрицательных температурах наружного воздуха.

Как вариант для обогрева бетона можно рекомендовать **электродный прогрев бетона (электропрогрев)**, который основан на выделении внутри твердеющего бетона тепловой энергии, получаемой при пропускании переменного электрического тока через жидкую фазу бетона, используемую в качестве омического сопротивле-

ния. Для питания электропрогрева применяют понижающие трансформаторы. Благодаря омическому сопротивлению пониженное напряжение в электроцепи подводят к прогреваемой монолитной конструкции посредством различных электродов: *пластинчатых, полосовых, стержневых, струнных и нагревательными проводами.*

*Пластинчатые электроды* применяют для сквозного прогрева конструкций толщиной до 300 мм (балки, прогоны, стены, перегородки, тоннели и т. п.). Изготавливают их из кровельной стали толщиной до 4 мм. Крепятся они к палубе стальных щитов. Располагаются электроды на противоположных поверхностях конструкции опалубки (рис. 13.14, а).

*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. Схемы расстановки полосовых электродов на щитах опалубки при сквозном и периферийном прогреве приведены на рис. 13.14, б, в, г.

Наряду с электродами, установленными на деревянной палубе щитов опалубки, применяют стержневые *электроды из круглой стали диаметром от 4 до 1 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. 13.14, 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  $M_n = 6-10 \text{ м}^{-1}$ , бетонирование которых может производиться при минимальной температуре воздуха до  $-40^\circ\text{C}$ . Сущность электрообогрева нагревательными проводами заключается в передаче выделенного проводами тепла в бетон контактным путем. Нагревательные провода марки ПНСВ с жилой из стальной оцинкованной проволоки диаметром 1,2 мм, покрытой слоем изоляции закладываются непосредственно в массив конструкции, где они и остаются.

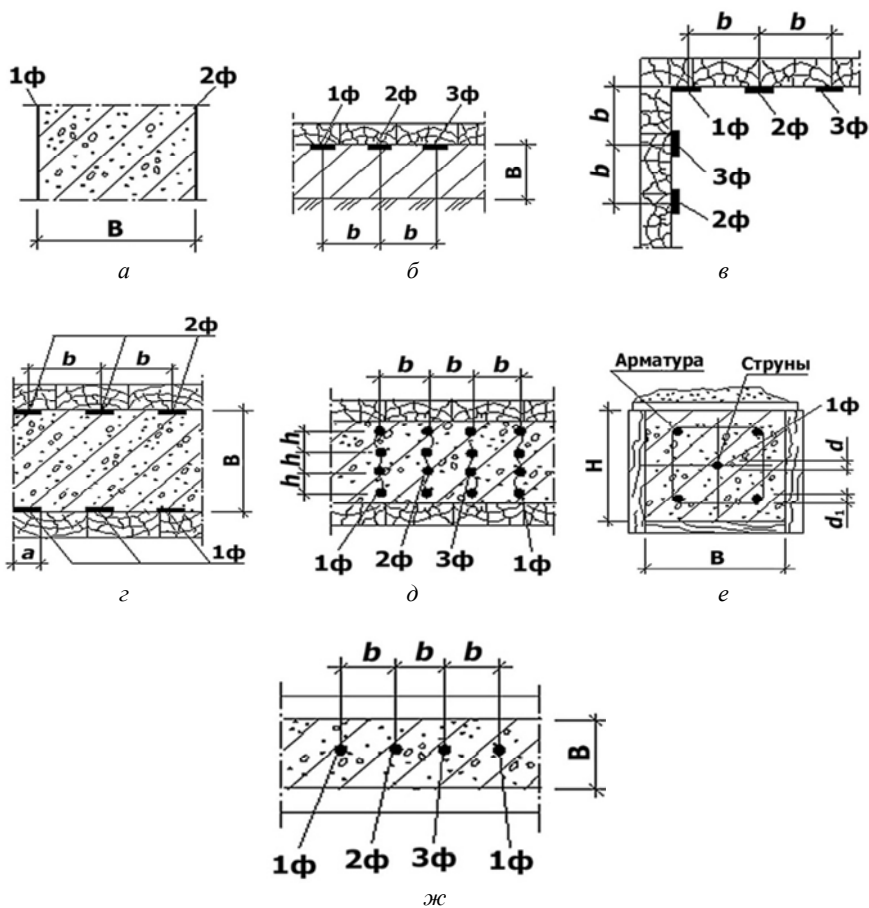


Рис. 13.14. Схемы размещения электродов:  
*a* – пластинчатых; *б* – при периферийном прогреве;  
*в* – при периферийном прогреве массивных конструкций  
 полосовыми электродами; *г* – при двухстороннем сквозном прогреве;  
*д* – при прогреве с помощью плоских групп стержневых электродов;  
*е* – при прогреве струнными электродами;  
*ж* – при прогреве стержневыми электродами;  
 1φ, 2φ, 3φ – фазы понижающего трансформатора

В монолитных железобетонных конструкциях провода размещают на арматурном каркасе после установки арматуры в проектное положение. Перед укладкой бетонной смеси проверяют мегоммет-

ром отсутствие замыкания шинопроводов на массу. Укладку бетонной смеси в конструкцию производят только после раскладки нагревательных проводов, подключения их к шинопроводу, проверки работы всей системы обогрева. После укладки бетонной смеси горизонтальную поверхность конструкции укрывают гидроизоляционным материалом (полиэтиленовая пленка, пергамин, толь и др.) и слоем теплоизоляции (минераловатные маты, пенополистирол и др.).

**Распалубка монолитных перекрытий** (покрытий) выполняется при достижении бетоном распалубочной прочности. Распалубочная прочность монолитных конструкций оговаривается в проектной документации или принимается в соответствии с требованиями действующих ТНПА. Распалубочная прочность бетона определяется непосредственно в конструкции неразрушающими методами. Распалубку начинают с середины пролета, что обеспечивает равномерную передачу нагрузок.

Распалубка монолитного перекрытия имеет существенную специфику. Вызвано это тем, что для ускорения возведения многоэтажных зданий с монолитными перекрытиями рекомендуется применять каскадную технологию. Суть ее заключается 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.

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. Подпорка и страховочная подпорка выполняют одну и ту же функцию – передачу нагрузки на нижележащее перекрытие. Подпорку устанавливают после снятия опалубки с большой площади перекрытия, когда они (перекрытия) держат свой собственный вес. Страховочные подпорки устанавливают при распалубке монолитных перекрытий при наборе бетоном

прочности 50–60 % проектной. Порядок и схемы установки и демонтажа подпорок и страховочных подпорок определяются технологическим расчетом и приводятся в ППР или технологических картах.

**Организация труда при бетонных и каменных работах.** Возведение надземной части монолитных каркасных зданий, наряду с бетонными работами, включает устройство самонесущих наружных и внутренних стен и перегородок из искусственных 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 Разделе 2. 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.) эффективно использовать стационарные башенные краны «TEREX» (Италия). Основным преимуществом их перед башенными передвижными кранами является то, что они не требуют устройства кранового пути. Краны «TEREX» устанавливаются на четыре опоры, расстояние между которыми составляет около 4,0 метров. Основание под опоры выполняется из сборных железобетонных блоков. Выпускаются краны марок CBR 21H; CBR 24 PLUS; CBR 28 PLUS; CBR 32 PLUS; CBR 40H. Грузоподъемность их 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 завершении бетонных работ на этаже, 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» (Италия). Прием материалов на этажах выполняется на выносные (консольные) грузовые площадки (рис. 13.15).

С выносных грузовых площадок поддоны с материалами с помощью штабелеров (устройства, предназначенные для перемещения, подъема и укладки поддонов) перемещают на рабочее место каменщиков и укладывают на подмости. Рекомендуется использовать штабелеры ручные гидравлические: Eurolifter (Евролифтер);

Прамас (Прамак); Xilín (Ксилин) и др. Все они позволяют перемещать груз до 1500 кг и поднимать поддоны на высоту от 1,0 м до 3,0 м.

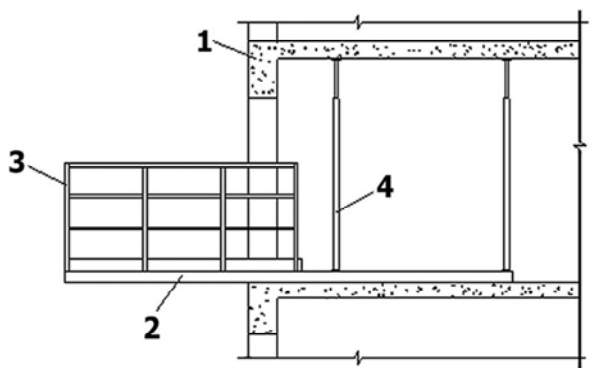


Рис. 13.15. Схема установки выносной грузовой площадки:  
1 – каркас возводимого здания; 2 – грузовая площадка;  
3 – ограждение; 4 – телескопическая стойка



## 14. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 14.1. Общие положения

Как показывает практика, при реконструкции действующих объектов основной объем нового строительства составляют производственные здания.

Учитывая стесненные условия строительной площадки, одним из основных требований к организации и технологии производства работ является:

- применение самоходных кранов и минимальные площади под склады.

- легких строительных конструкций заводского изготовления минимальные площади под склады.

Решение этих задач возможно при следующих условиях:

- здания будут возводиться из легких конструкций заводского изготовления;

- монтаж конструкций будет выполняться с «колес», т. е. без промежуточного складирования;

- соединения в узлах конструкций позволяют выполнять монтажные работы без технологических перерывов, практически при любых климатических условиях.

Анализ организации и технологии монтажа одноэтажных производственных зданий (цехов) позволяет рекомендовать к применению следующие конструктивные решения для вновь возводимых производственных объектов при реконструкции действующих объектов.

Несущий каркас (колонны железобетонные или стальные): стальные фермы покрытия; арочные покрытия; стальной профилированный настил.

Наружное ограждение: трехслойные металлические стеновые панели.

### 14.2. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий

Возведение одноэтажных промышленных зданий, как правило, выполняется двумя технологическими потоками. *Первый* – это мон-

таж конструкций несущего каркаса: колонны, подкрановые балки, несущие конструкции покрытия (фермы, балки), конструкции покрытия. Второй – монтаж стенового ограждения.

В зависимости от последовательности установки отдельных монтажных элементов различают следующие методы монтажа:

– **раздельный** (дифференцированный) метод монтажа, который предусматривает последовательную установку, временного и окончательного закрепления всех однотипных конструктивных 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. Раздельный метод обеспечивает высокую производительность труда (монтаж ведется без смены технологической оснастки) и хорошее качество монтажа однотипных конструкций, но в то же время имеет ряд недостатков: большое количество монтажных стоянок крана; при использовании одного крана на монтаже всех конструкций каркаса здания будет иметь место неэффективное его использование по грузоподъемности;

– **комплексный** 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). При комплексном методе монтажа быстрее открывается фронт работ для последующих строительных процессов, а также для монтажа технологического оборудования, благодаря чему сокращаются общие сроки строительства. Эффективное применение этого метода монтажа возможно при обеспечении требуемой прочности стыка колонн с фундаментами в кратчайшие сроки;

– **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 является наиболее эффективным, так как позволяет при минимальном количестве монтажных стоянок крана обеспечить ритмичную работу полного монтажного потока.

Следует отметить, что на выбор метода монтажа существенное влияние оказывает принятая технология решения стыков конструкций (нужен ли технологический перерыв для набора прочности материала с стыке).

Возведение зданий с несущим каркасом, включающим: колонны, несущие конструкции покрытия (фермы, балки) начинают с монтажа колонн.

**Монтаж сборных железобетонных колонн** включает приемку фундаментов (проверяют их размеры, 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 изготовителя. На колонны высотой более 12 м закрепляют хомуты или струбцины для их временного крепления. Колонны предварительно раскладывают у мест монтажа. При использовании самоходных стреловых кранов колонны располагают опорной частью ближе к фундаменту, оголовок направляют в пролет по ходу монтажа. Места строповки колонн должны быть доступны для ведения работ. Стropовку колонн выполняют с помощью универсальных и траверсных стропов, строп-захватов, захватов или полуавтоматических захватов. Стropовку 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. 14.1).

Установку колонн в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе шести человек: 5 разр. – 1 чел.; 4 разр. – 1 чел.; 3 разр. – 2 чел.; 2 разр. – 1 чел.; машинист крана 6 разр. – 1 чел.

До начала монтажа колонн выполняют работы по выведению отметок дна стакана фундаментов под проектную отметку. Решается эта задача за счет слоя мелкозернистой бетонной смеси, уложенной на дно стакана фундамента. Для облегчения установки опорной части колонны в проектное положение в стакане фундамента рекомендуется в свежее уложенном слое мелкозернистой бетонной смеси выполнить углубление («слепок»), соответствующее геометриче-

ским размерам поперечного сечения опорной части колонны. Для устройства «слепок», как правило, используются шаблоны, выполненные из легких сплавов металлов.

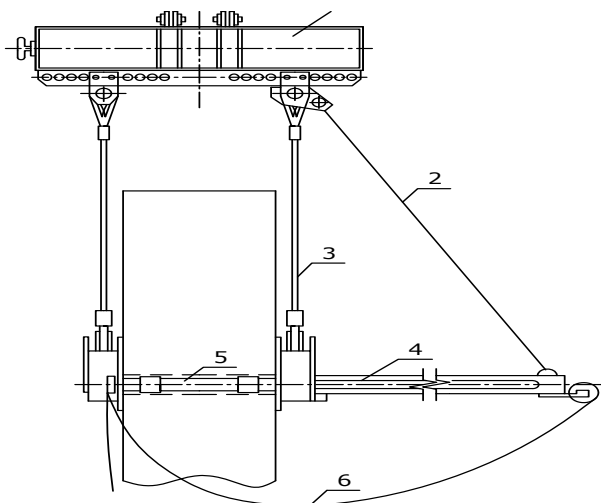


Рис 14.1. Захват для монтажа железобетонных колонн:

- 1 – универсальная траверса; 2 – натяжная цепь; 3 – несущий канат;  
4 – направляющий штырь; 5 – несущий палец; 6 – расстроповочный канат

Способ монтажа колонн выбирают в зависимости от их высоты и массы. Колонны легкого типа высотой до 10 метров, как правило, монтируют следующими способами: «на весу» (рис. 14.2) или «поворота». Способ монтажа колонн способом «на весу» более предпочтителен, так как не связан с дополнительными подготовительными операциями при складировании колонн и гарантирует сохранность тела фундамента.

Тяжелые высокие колонны поднимают и переводят в проектное положение способом «скольжения» (рис. 14.3).

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.

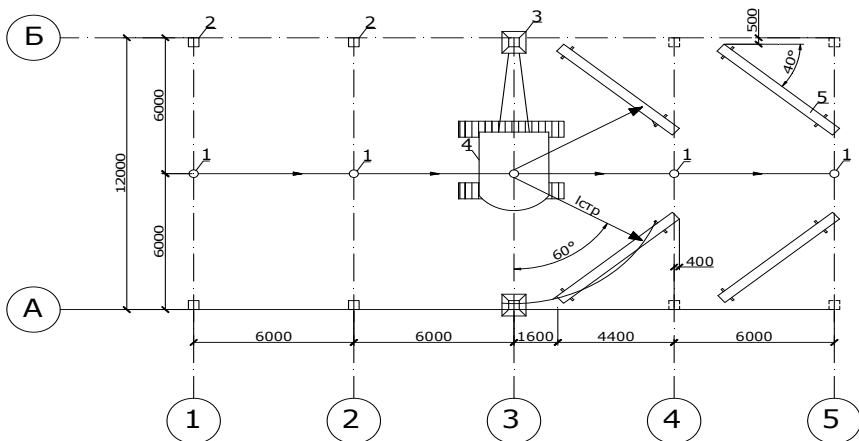


Рис. 14.2. Технологическая схема монтажа колонн способом «на весу»:  
 1 – стоянки гусеничного крана; 2 – смонтированные колонны; 3 – кондуктор;  
 4 – гусеничный кран; 5 – колонны, подготовленные к монтажу

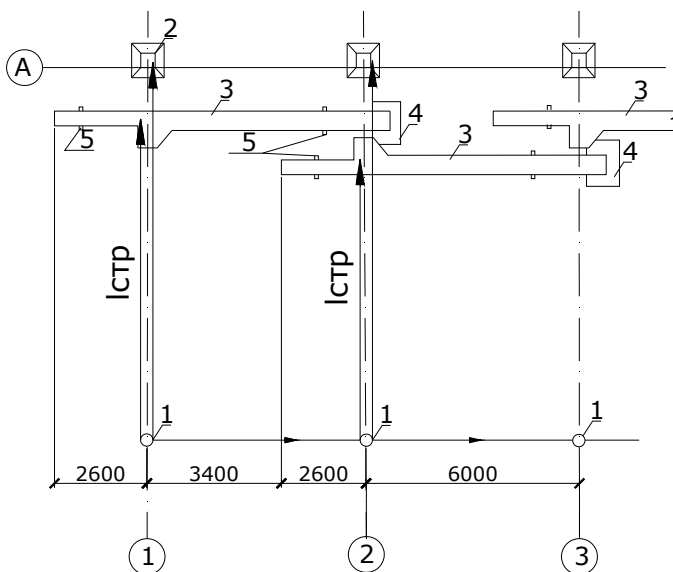


Рис. 14.3. Технологическая схема монтажа колонн способом «скольжения»:  
 1 – стоянка гусеничного крана; 2 – кондуктор;  
 3 – колонны, подготовленные к монтажу; 4 – тележка; 5 – подкладки

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  $400 \times 400$  мм, устанавливается по одному клину с каждой стороны колонны, при большем сечении – по два клина с каждой стороны.

Колонны высотой 12–18 м закрепляют 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.

*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 такие вибраторы отсутствуют, то можно использовать обычные глубинные вибраторы с закрепленными на них ножевыми наконечниками или металлическими полосами (рис. 14.4).

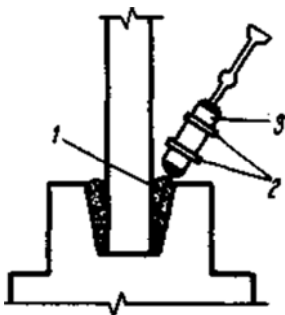


Рис. 14.4. Схема замоноличивания стыка колонны с фундаментом стаканного типа:

1 – металлическая полоса; 2 – хомуты; 3 – вибробулава

Необходимость технологического перерыва для набора бетоном заделки стыка колонн с фундаментами проектной на практике обуславливает необходимость применения раздельного метода монтажа зданий с железобетонными колоннами. Применение быстротвердеющих цементов (магнезиальный, глиноземистый), для приготовления бетонной смеси заделки стыка колонн с фундаментами, позволяет существенно сократить время технологического перерыва. Но ввиду того, что быстротвердеющие цементы почти в четыре раза дороже портландцемента, это приведет к удорожанию строительства в целом.

Для сокращения сроков строительства и применения при монтаже конструкций мобильных автомобильных кранов целесообразно возведение новых производственных зданий на площадках действующих реконструируемых объектов применять металлические колонны. Основными преимуществами их монтажа являются:

- возможность применения безвыверочного метода;
- отсутствие «мокрых» технологических процессов;
- применение эффективного метода монтажа зданий – комплексного.

**Монтаж колонн безвыверочным методом** включает следующие основные технологические процессы: *подготовка фундаментов и непосредственно сам монтаж конструкций.*

*Подготовка фундаментов под колонны.* До начала монтажа колонн должны быть полностью завершены работы нулевого цикла, т. е. возведены фундаменты и засыпаны пазухи фундаментов. Фундаменты до монтажа колонн 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 навертыванием

гаек. Для предохранения резьбы от повреждения во время наводки базы колонны на анкерные болты на резьбу надевают предохранительные колпачки из газовых труб с конусным верхом. Точность установки колонн определяет 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. 14.5, а).

Гайки накручивают на болты с требуемой точностью установки верхней поверхности. Монтируемую колонну устанавливают, опирая опорную плиту на накрученные гайки, и совмещают 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. После выверки колонн под опорные плиты подливают мелкозернистую бетонную смесь. Отклонение верха фундамента по высоте не должно быть больше  $\pm 5$  мм. Колонны должны иметь фрезерованные подошвы.

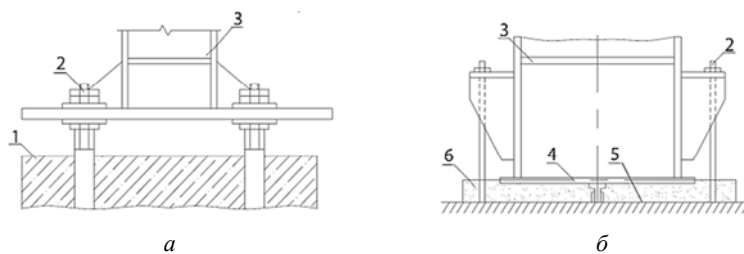


Рис. 14.5. Схемы опирания легких колонн:

- 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



2. *Опирающие колонны на заранее установленные и выверенные стальные опорные детали*, заделанные в бетоне фундамента (рис. 14.5, б). Такими деталями могут быть заготовки из рельса, двутавра, уголков, которые устанавливаются и закрепляются к арматуре фундамента до его бетонирования. Стальные опорные детали устанавливают с точностью: отклонение их верха по высоте превышать  $\pm 5$  мм. Выверенную колонну закрепляют анкерными болтами, после чего зазор между подошвой колонны и фундаментом заполняют мелкозернистой бетонной смесью или цементным раствором.

***Опирающие опорных плит тяжелых колонн на фундаменты.*** Фундамент бетонируют до уровня на 70–100 мм ниже проектной отметки подошвы плиты. 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 (рис. 14.6).

Затем по нивелиру предварительно устанавливают опорную плиту на отметку, близкую проектной. Окончательную выверку опорных плит колонн производят оптическим плоскомером с помощью выверочных винтов. Практически возможно производить выверку опорных плит с помощью оптического плоскомера с точностью до  $\pm 0,5$  мм, т. е. выше требуемой ( $\pm 1$  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.

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 конструкций в среднем на 10–12 %. Трудоемкость монтажа колонн при этом может быть снижена почти на 30 %.

По завершении работ по установке, выверке и подливке бетона под опорные плиты приступают непосредственно к монтажу колонн.

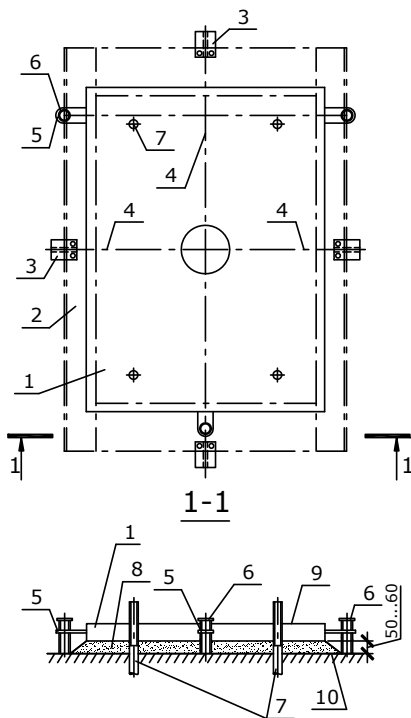


Рис. 14.6. Установка опорной плиты с помощью выверочных винтов:  
 1 – опорная плита; 2 – кондуктор с отверстиями для анкерных болтов;  
 3 – закладные детали; 4 – риски разбивочных осей;  
 5 – планки с нарезными отверстиями; 6 – выверочные винты;  
 7 – анкерные болты; 8 – подливка плиты мелкозернистой бетонной смесью;  
 9 – низ башмака колонны; 10 – верх фундамента под колонну

**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. 14.7, а). 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.

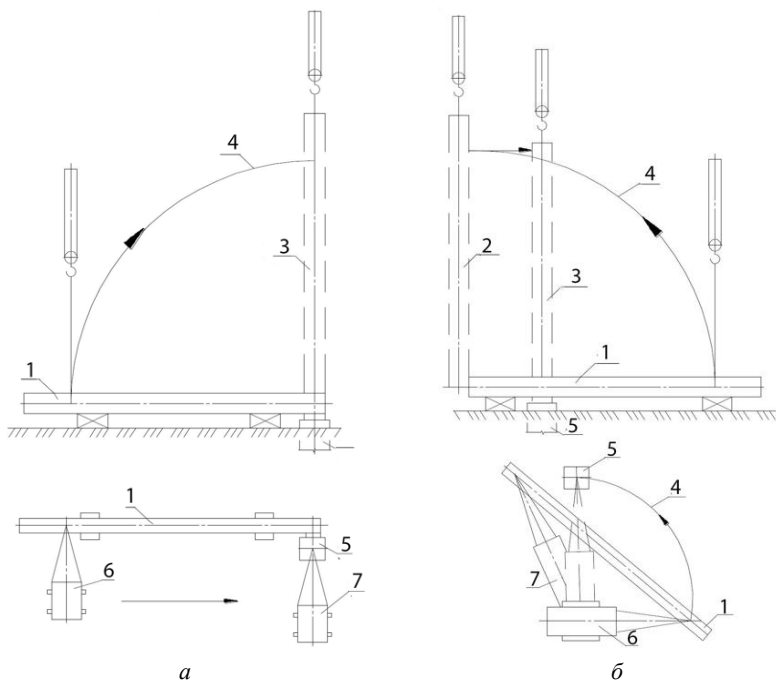


Рис. 14.7. Способы установки колонн в проектное положение краном:  
*а* – поворотом вокруг опоры; *б* – поворотом стрелы крана;  
 1 – колонна до подъема; 2 – колонна после подъема; 3 – установленная колонна;  
 4 – траектория перемещения; 5 – фундамент под колонну;  
 б – начальное положение крана; 7 – конечное положение крана

2. При раскладке колонн под углом к оси ряда их поднимают без перемещения крана поворотом стрелы (рис. 14.7, 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.

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 кон-

струкции. Для уменьшения трудоемкости строповки применяют инвентарные стропы (рис. 14.8).

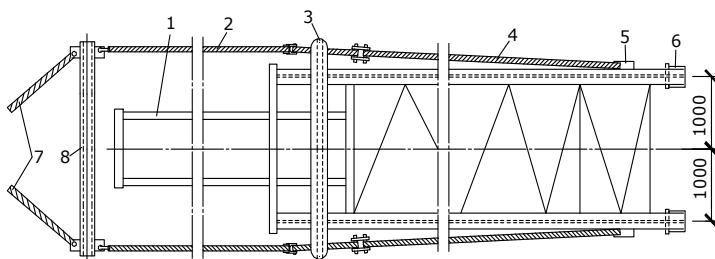


Рис. 14.8. Схема строповки стальной колонны:  
1 – колонна; 2 – строп; 3 – рамка; 4 – тяга; 5 – фанонка для крепления;  
6 – башмак колонны; 7 – стропы; 8 – траверса

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 верху колонны обеспечивает ее устойчивое положение при наводке на анкерные болты.

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 посредством стяжных приспособлений, установленных до подъема колонны у торцов стыка.

По завершении установки колонн на захватке приступают к **монтажу подкрановых балок**. Подкрановые балки бывают сборные железобетонные и стальные. Сборные железобетонные подкрановые балки применяются в зданиях с железобетонными колоннами; стальные – по стальным колоннам.

**Монтаж сборных железобетонных 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).

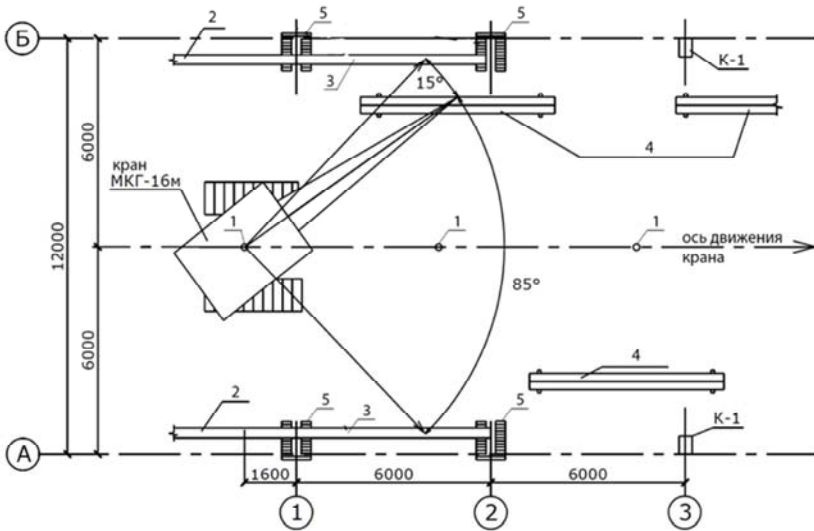
Установку подкрановых балок в проектное положение осуществляет звено монтажников в составе: 5 разр. – 1 чел.; 4 разр. – 1 чел.; 3 разр. – 2 чел.; 2 разр. – 1 чел.; машинист крана 6 разр. – 1 чел.

Раскладку балок перед подъемом при монтаже стреловыми кранами осуществляют параллельно оси колонн. При подъеме балку 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. 14.9, а, б).

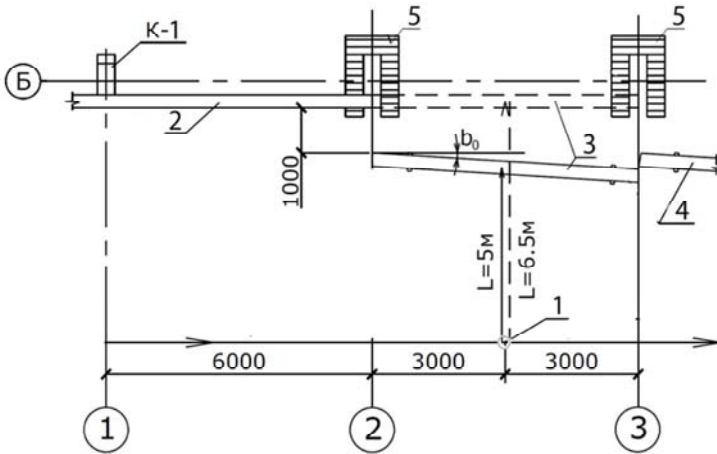
Балки устанавливают по осевым рискам, нанесенным на консоли колонн. Выполняют временное закрепление торцов подкрановых балок на консолях колонн. После временного закрепления подкрановых балок в пределах одного пролета или температурного блока осуществляют геодезическую проверку в плане и по высоте. Затем выполняют сварку закладных деталей подкрановых балок и консолей колонн.

После окончательной выверки подкрановых балок составляют исполнительную схему, на которой отмечают геодезическое положение монтируемых элементов. Эти данные необходимы при установке рельсового пути.

**Монтаж стальных подкрановых балок.** Стальные подкрановые конструкции состоят из балок, тормозных горизонтальных ферм и настилов, расположенных в уровне верхнего пояса балки. Монтаж этих конструкций отдельными элементами достаточно трудоемок. В связи с этим рекомендуется монтаж подкрановых конструкций выполнять укрупненными блоками, состоящими из подкрановой балки, тормозной горизонтальной фермы с настилом и поддерживающей конструкции. Укрупнение блоков выполняется на монтажной площадке.



*a*



*б*

Рис. 14.9. 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

Подъем и установку легких блоков производят одним краном. В этом случае установка производится путем поворота стрелы после подъема блока на требуемую высоту или путем изменения вылета или передвижения крана (рис. 14.10, а, б).

Тяжелые блоки устанавливают двумя кранами способами: поворотом стрелы с постоянным вылетом или с изменением вылета стрелы (рис. 14.10, в, г).

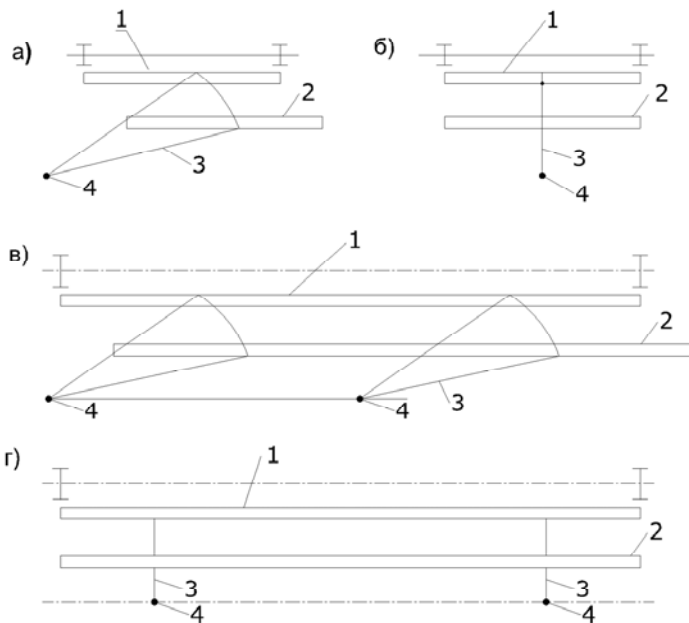


Рис. 14.10. Схемы монтажа подкрановых балок:

- 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 – стоянка крана

Подъем блока при одновременной работе двух кранов требует особого внимания как крановщиков обоих кранов, так и монтажников. Правила требуют выполнения подъема двумя кранами под непосредственным руководством лица, ответственного за безопас-

ное 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 20 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 позднее выполнить их рихтовку (выверку).*

*При монтаже подкрановых конструкций отдельными элементами раскладку и установку подкрановых балок производят так же, как и установку блоков, а тормозные конструкции по возможности укрупняют в плоские или пространственные блоки. При установке подкрановых балок совмещают риски осей на балках и консолях колон. При необходимости, для выведения отметок верха подкрановых балок в проектное положение, на консолях колон под опорные участки балок устанавливают на сварке стальные подкладки требуемой толщины.*

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 под-*



крановой балке, а другие два – за поддерживающие конструкции тормозной фермы или за другую балку (в блоке среднего ряда).

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. Положение подкрановых конструкций проектному положению во время их монтажа проверяют с помощью геодезических инструментов, производя пооперационный контроль. С помощью теодолита выносят оси подкрановых путей на консоль первой колонны. Затем выносят ось подкрановых путей на верхний пояс балки и измеряют расстояния от внутренней грани консоли 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 стальной рулеткой измеряют 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. 14.11, 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.14.11, б). Затягивая и отпуская гайки с разных сторон рельса, его можно передвигать.

При монтаже подкрановых путей рельсов отклонения осей от проектного положения должны соответствовать требованиям действующих ТНПА.

**Монтаж стальных ферм покрытия.** На монтажную площадку конструкции стальных ферм поступают в виде отправочных марок. Фермы пролетом до 24 метров доставляют одной отправочной маркой, т. е. готовые к монтажу. При пролетах более 30 метров фермы доставляются в виде 3-х отправочных марок. До установки в про-

ектное положение выполняется их укрупнительная сборка в монтажные элементы на площадке у места подъема (рис. 14.12).

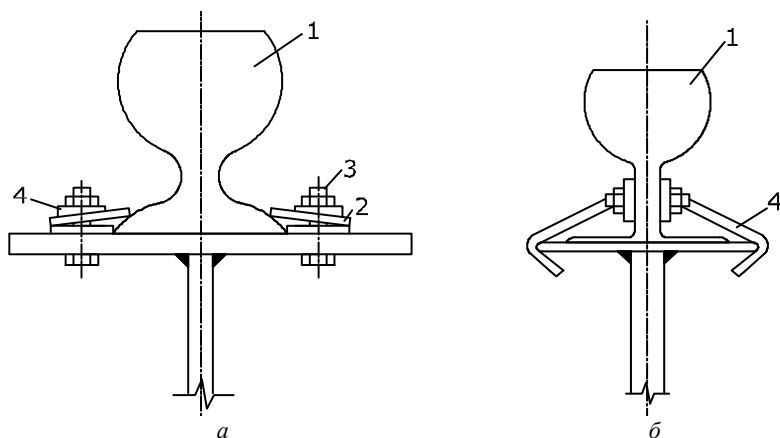


Рис. 14.11. Схемы крепления подкрановых рельсов к стальным балкам:

*а* – рельс типа КР; *б* – железнодорожный рельс;

1 – рельс; 2 – крепежная планка с овальными отверстиями;

3 – болт или крюк; 4 – упругая шайба

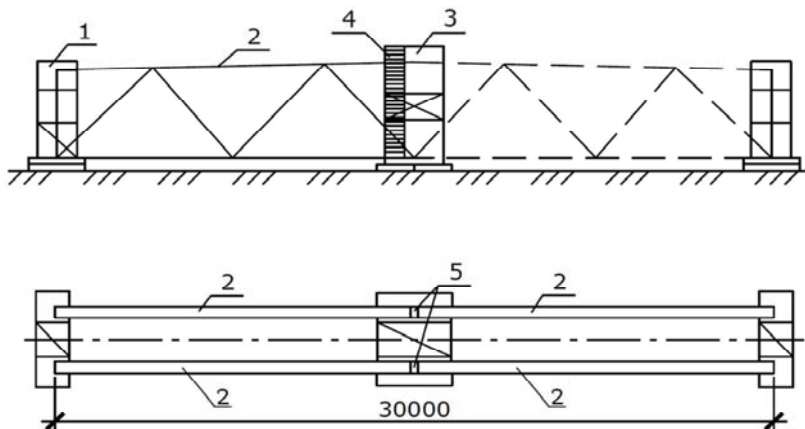


Рис. 14.12. Укрупнительная сборка металлических ферм из отправочных марок на стенде:

1 – крайний кондуктор; 2 – отправочная марка; 3 – средний кондуктор;

4 – лестница с площадкой для сборщика;

5 – укрупнительный монтажный стык ферм

**Подъем и установка стропильных ферм** выполняется 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 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 закрепления стального настила (прогонов).

При монтаже фермы поднимают с помощью траверс. Строповку ферм производят в точках, предусмотренных инструкциями. В зависимости от пролета их стропят в двух или четырех точках траверсами с захватами дистанционного управления (рис. 14.13).

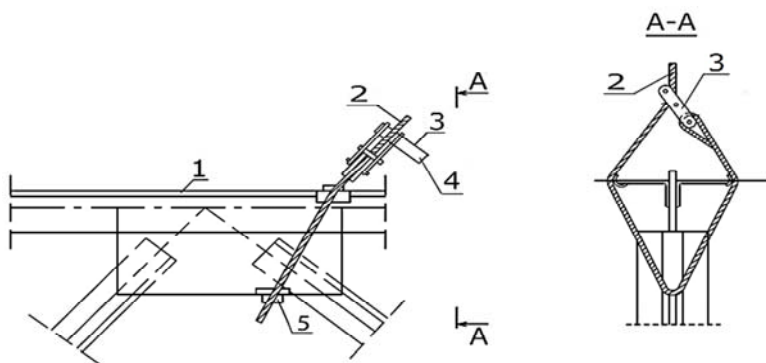


Рис. 14.13. Узел строповки фермы:

- 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 осуществляют монтажники, находящиеся на средствах подмащивания на высоте. Ферму устанавливают на опорные столики и совмещают монтажные отверстия с помощью конических оправок. В отверстия для болтовых стыков устанавливают монтажные пробки (10 % от числа болтов) и болты (не менее 30 %). Окончательно установку ферм в проектное положение производят, 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 закрепления опорной стойки к оголовку колонны болтами устойчивость фермы недостаточна из-за отсутствия связей. Для обеспечения устойчивости фермы до ее расстропки 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 симметрично с обеих сторон фермы, 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, винтовым сваям и др. 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), более 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.

На кровлю пакеты стальных профилей подают специальными траверсами-захватами (рис 14.14).

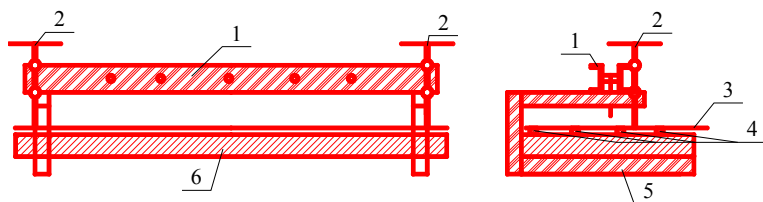


Рис. 14.14. Специальная траверса-захват для подачи на кровлю пакетов профилей стальных холодногнутых:

- 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

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. Запрещается перемещать листы в продольном направлении по смонтированной части кровли.*

**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, прежде всего, закрепляют к ферме, укладывая листы внахлестку или встык, как предусмотрено проектом. Крепление осуществляют самонарезающими болтами (рис. 14.15, 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 устанавливают уплотнительную шайбу и сверху на нее стальную. Шаг установки самонарезающих болтов по длине листа стального профилированного настила задается проектной документацией.

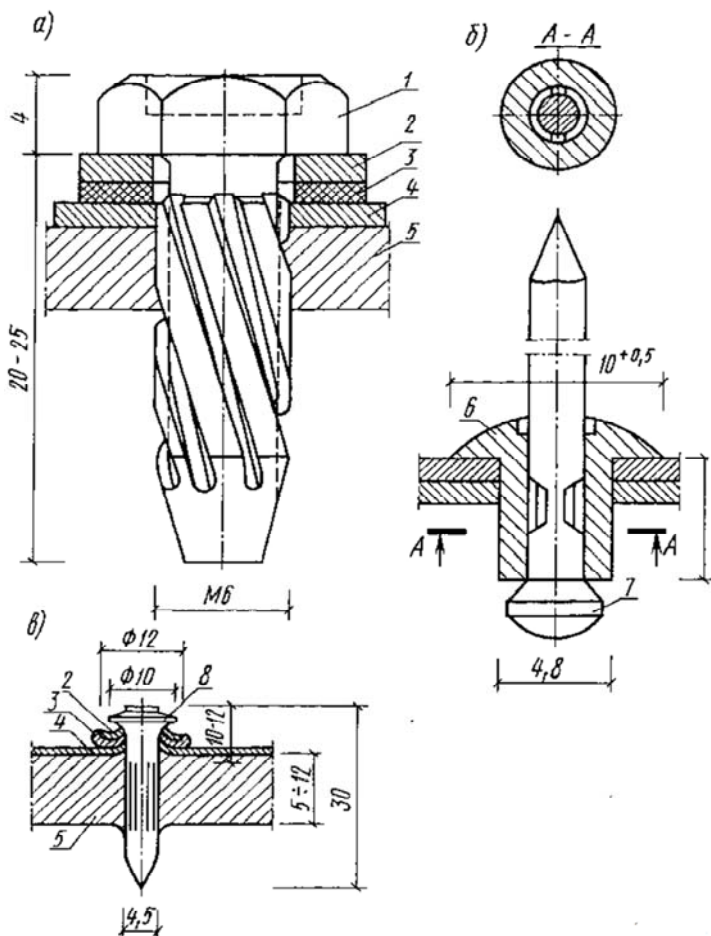


Рис. 14.15. Детали крепления стального настила:

- 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. 14.15, 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 из алюминиевого сплава (рис.14.5, б).

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, используя механизированный инструмент и абразивные круги. Для продольной резки применяют ручные электрические шлифовальные машинки. Для поперечной резки листов применяют 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 корродировать и изменять окраску облицовочных листов.

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 резка стеновых панелей. Такое конструктивное решение позволяет существенно снизить трудоемкость монтажа за счет отсутствия горизонтальных швов (стыков) в стеновом ограждении. Однако при-

менение вертикальной разрезки при монтаже стеновых панелей возможно при условии, что длина монтируемых панелей «сэндвич» равна высоте возводимого здания.

**Технология монтажа легкого стенового ограждения.** *Панели типа «сэндвич» с заводов-изготовителей поступают 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 М7х90...М10х90 (ГОСТ 7802) с гайками М7...М10 (ГОСТ 5916) (рис. 14.16). Во избежание появления погиби в тонколистовой обшивке панели «сэндвич» во время ее крепления к ригелям фахверка под головки болтов устанавливают шайбы. Ригели фахверка, как правило, выполняются из гнутого швеллера № 14 или № 16 и крепятся на болтах к опорным столикам колонн каркаса здания.

*Монтаж легкого стенового ограждения из трехслойных панелей типа «сэндвич» выполняют «картинами», состоящими из ригелей фахверка и закрепленных к ним на болтах стеновыми панелями (рис. 14.16, а). 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.*

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 проектном положении ригеля фахверка (гнутой швеллер). Затем на полках ригелей фахверка с помощью рулетки или шаблона размечается проектное расположение первой стеновой панели. Далее на ригели фахверка укладывается первая стеновая панель типа «сэндвич». Электродрелью сверлят 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 рекомендуется использовать ограничители: подкладки из древесины.



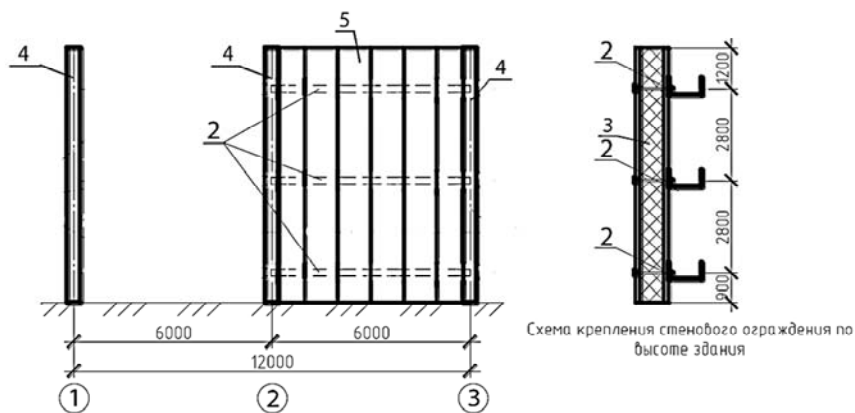
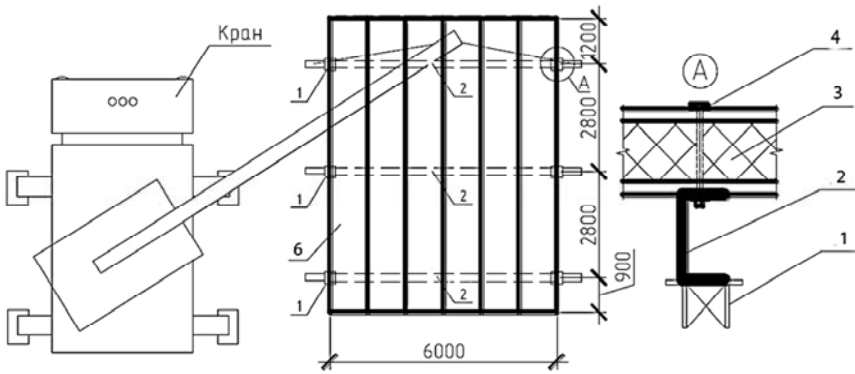


Схема крепления стенового ограждения по высоте здания

*a*



*б*

Рис. 14.16. Монтаж легкого стенового ограждения «картинами»:  
*a* – 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

Учитывая, что толщина металлических обшивок стеновых панелей типа «сэндвич» не превышает 1 мм, во избежание появления недопустимых дефектов в обшивках в виде погиби рекомендуется гайки, установленные на крепежные болты, затягивать вручную. 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 (рис. 9.40, б). В качестве грузозахватного приспособления при монтаже «картины» используют двухветвевой стропов. 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 столики. 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.

**Монтаж арочных покрытий зданий.** При возведении в стесненных условиях промышленных цехов и складских помещений пролетами от 40 до 150 м в качестве несущих конструкций покрытия эффективно применять металлические арки.

По конструктивному решению арки классифицируют на двух-, трехшарнирные и безшарнирные.

Как показывает практика строительства, конструктивное решение и пролет арки является определяющим при выборе технологии производства работ по возведению арочных покрытий зданий и сооружений.

На практике предпочтение отдается следующим методам:

- на сплошных подмостях;
- с использованием временных опор.

**Монтаж на сплошных подмостях.** Этот метод монтажа позволяет обеспечить восприятие нагрузки от массы арки в процессе ее монтажа. Рекомендуется он для монтажа двухшарнирных и трехшарнирных ажурных арок больших пролетов. Суть данного метода монтажа арок состоит в следующем. После полного завершения ра-

бот нулевого цикла внутри возводимого здания с помощью самоходного крана устанавливаются подмости, которые являются сборочной площадкой для укрупнительной сборки монтируемой арки (рис. 14.17). 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 детализации, 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.

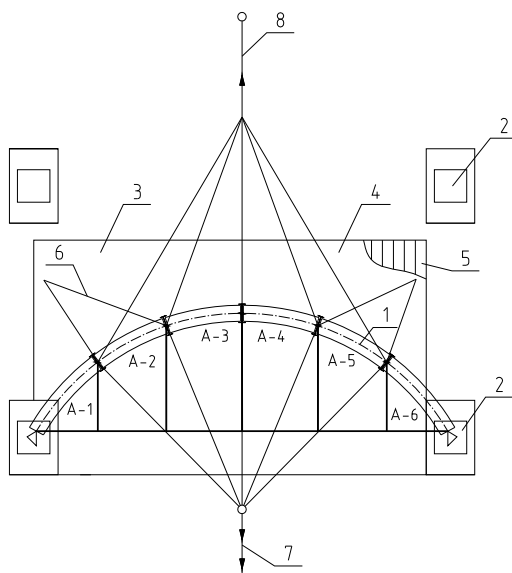


Рис. 14.17. Схема монтажа арок на сплошных подмостях:  
 1 – монтируемая арка; 2 – фундамент арки; 3 – сплошные подмости;  
 4 – металлический лист; 5 – деревянный щит сплошных подмостей;  
 6 – стальные тросы (растяжки); 7 – грузовая лебедка; 8 – тормозная лебедка

После завершения подготовительных работ монтажники металлоконструкций приступают к сборке арки. По завершении работ по укрупнительной сборке арки выполняется контроль качества сборки.

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 в узлах 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. Шарнирное соединение арки с фундаментом позволяет устанавливать арки в проектное положение с помощью двух лебедок – грузовой и тормозной (рис. 14.17).

Рекомендуется следующая технология выведения арки в проектное положение. После завершения работ по обустройству арки к подъему, включается рабочая лебедка и осуществляет подъем конструкции до достижения угла между горизонтальной поверхностью щитов подмостей 80–850°. 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. И аналогичным способом монтируют следующую арку. *Монтаж арок на сплошных подмостях особенно эффективен при возведении сооружений в стесненных условиях.*

**Монтаж арок 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 устраивают 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. 14.18.

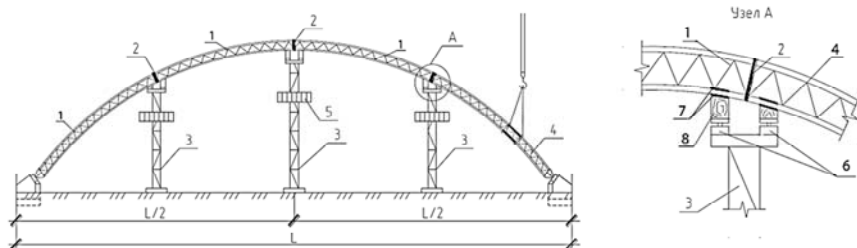


Рис. 14.18. Технологическая схема монтажа арочной конструкции с использованием временных опор:

- 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

**Монтаж зданий из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).** 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 высотой 6–10 этажей широко применяется в Вели-

кобритании, США, Японии, Финляндии и др. странах и начинает массово применяться в России (рис. 14.19).



Рис. 14.19. Несущий каркас жилого здания из ЛСТК

Вызвано это следующим. Тонкостенные конструкции примерно на 50 % легче, а значит и дешевле по сравнению с черным металлом. С учетом снижения массы конструкций снижается трудоемкость работ по их монтажу. Отсутствие мокрых процессов позволяет выполнять строительство круглогодично. Промышленное производство термопрофилей с перфорацией по всей длине от 4-х до 8-ми рядов в ограждающих конструкциях позволяет снизить теплопроводность по профилю на 70–80 % по сравнению с СТК без перфорации, что также расширяет область их эффективного применения.

На сегодня определены области эффективного применения различных видов термопрофилей. Например, длинномерный термопрофиль С-образной формы марки ТПС рекомендуется применять

в качестве стоек несущего каркаса стен при устройстве мансард и кровельных работах (рис. 14.20, *а*). В качестве прогонов в несущих каркасах зданий рекомендуется применять длинномерный профиль П-образной формы марки ТПН (рис. 14.20, *б*).

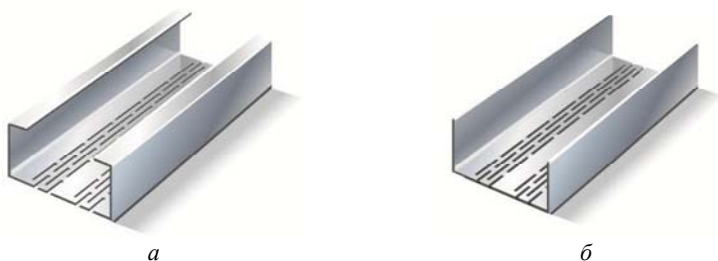


Рис. 14.20. Поперечные сечения эффективных термопрофилей:  
*а* – длинномерный С-образной термопрофиль марки ТПС;  
*б* – длинномерный П-образный термопрофиль марки ТПН

Термопрофили изготавливают на автоматизированных линиях холоднoproкатным способом из оцинкованной рулонной стали. Выпускаются они высотой 40–100 мм, длиной 2400–12 000 мм (рис. 14.21).



Рис. 14.21. Изготовленные термопрофили

**Технология возведения несущего каркаса зданий из ЛСТК.** 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»). Картины собираются из отдельных термопрофилей на строительной площадке или на заводе – изготовителе ЛСТК на самонарезающих винтах и болтах (рис. 14.22).

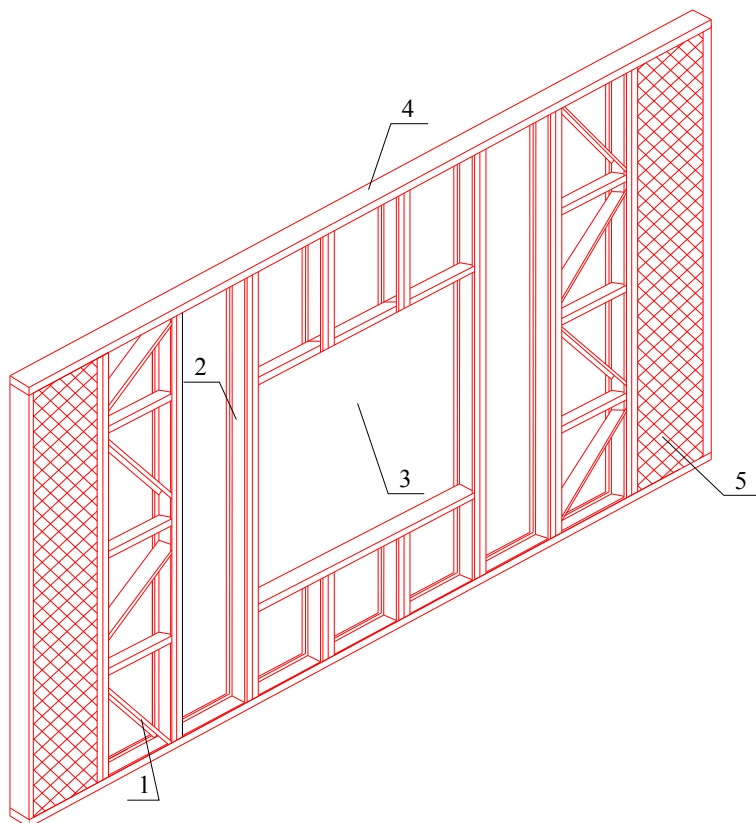


Рис. 14.22. Несущий конструктивный элемент стенового ограждения («картина»):  
1 – раскос; 2 – стоечный термопрофиль; 3 – оконный проем;  
4 – направляющий термопрофиль; 5 – закладной плитный утеплитель



*Самонарезающие винты* устанавливаются в заранее выполненные отверстия. Отверстия выполняются сверлением или продавливанием. Сверление отверстий выполняется электрическим сверлильным инструментом.

*Продавливающие самонарезающие винты* для соединения тонколистовой стали имеют наконечник специальной формы, который обеспечивает продавливание материала профиля с образованием «юбки» металла. Это позволяет обеспечить закрепление нескольких нитей резьбы и, соответственно, увеличивает несущую способность винта на выдергивание.

Головка винта может быть с различными типами шлицев с прессшайбой и без нее. Основные диаметры винтов, применяемые в ЛСТК, – 4,2–10,6 мм. 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: Евронормы, а именно Eurocode 3, Part 1-3, предусматривают расчет винтовых соединений на вырыв и отрыв материала через шайбу. В соединениях ЛСТК рекомендуется применять винты из углеродистой и аустенитной коррозионностойкой стали. Изготавливают также биметаллические винты, стержень которых изготовлен из аустенитной коррозионностойкой стали, а наконечник – из углеродистой стали. 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. 14.23).

При установке самосверлящих самонарезающих винтов существенными являются требования по допустимому числу оборотов, крутящему моменту и необходимому и достаточному усилию нажатия. Данные требования устанавливаются производителем. 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. Однако следует отметить, что болтовые соеди-

нения обладают податливостью, которая оказывает влияние на напряженно деформированное состояние конструкции в целом.

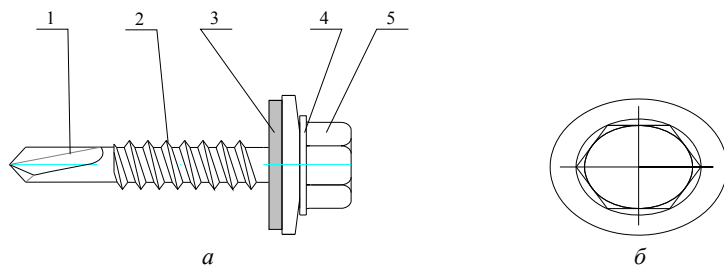


Рис. 14.23. Самосверлящий самонарезающий винт

*a* – общий вид; *б* – головка винта;

1 – сверло типа «перо»; 2 – стержень с резьбой; 3 – шайба EPDM;  
4 – пресс-шайба; 5 – головка

Установлено, что для болтовых соединений тонкостенных профилей критерием предельного состояния являются деформации смятия элементов в соединении. На основании исследований, проведенных российскими учеными, было установлено, что увеличить несущую способность болтовых соединений из тонкостенных холодногнутого профилей можно, используя в местах приложения сосредоточенных усилий дополнительные соединительные элементы (прокладки) толщиной 4–6 мм (рис. 14.24).

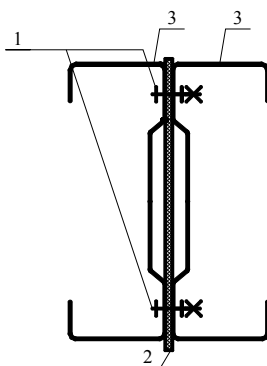


Рис. 14.24. Болтовое соединение тонкостенных холодногнутого профилей:

1 – болт; 2 – соединительная прокладка; 3 – С-образный профиль ЛСТК

Следует отметить, что наряду с болтовыми и винтовыми соединениями ведутся работы по применению *клеевых соединений*, которые следует считать наиболее перспективными. На сегодня применение клеевых соединений ограничено следующими причинами: большие затраты, связанные с подготовкой поверхности соединяемых элементов для склеивания, значительное снижение прочности клеевых соединений при пожаре.

**Конструктивное решение и технология устройства межэтажных перекрытий.** Основным несущим элементом межэтажных перекрытий являются балки, которые выполняются из легких стальных тонкостенных оцинкованных профилей без перфорации. 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 высотой 300 мм. По фермам укладывается профилированный лист с направлением профиля перпендикулярно фермам. Профилированный стальной лист распределяет вертикальные нагрузки, создает жесткий диск перекрытия и является опалубкой для устройства стяжки под основания пола. Стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора, толщиной 50–70 мм, с армированием стальной сеткой. Звукоизоляционный материал укладывают в полость между фермами. Для прокладки коммуникаций и вентиляции в стенках профиля выполняются технологические отверстия диаметром 120 мм.

Конструкция междуэтажного перекрытия приведена на рис. 14.25.

**Монтаж межэтажных перекрытий** выполняется из отдельных конструктивных элементов с применением легких кранов. Соединение отдельных элементов между собой выполняется с помощью самонарезающих винтов, которые устанавливают в заранее выполненные сверлением отверстия.

**Монтаж стен зданий.** По технологии ЛСТК наружные стены 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 гори-

зонтальной 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.

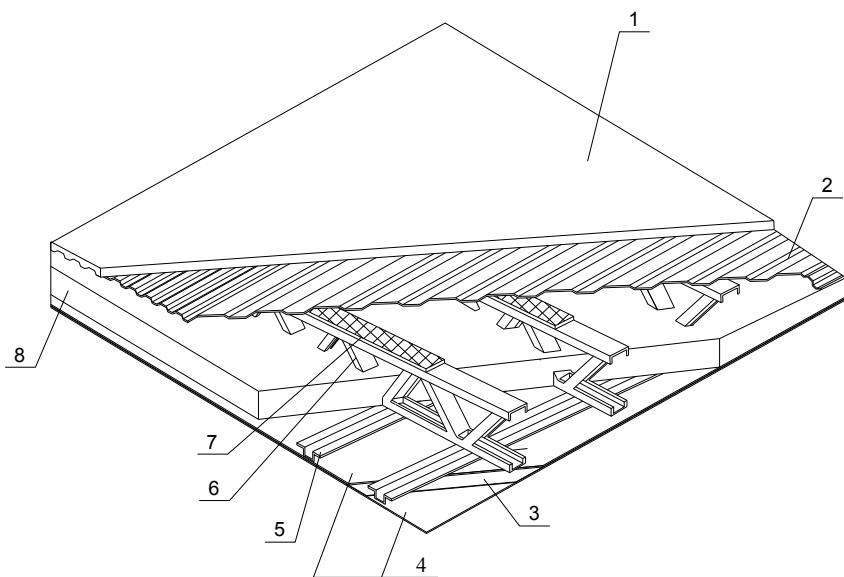


Рис. 14.25. Конструктивное решение междуэтажного перекрытия в зданиях из ЛСТК:

- 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

Высокая технологичность возведения зданий из ЛСТК, малая масса монтируемых конструктивных элементов, отсутствие в технологии так называемых «мокрых» процессов (отделочные работы) позволяет рекомендовать ЛСТК при реконструкции и реставрации зданий и сооружений (рис. 14.26).



Рис. 14.26. Реконструкция (надстройка этажей) здания с применением ЛСТК

Технология монтажа металлического каркаса из ЛСТК при реконструкции зданий аналогична возведению новых зданий.

*С использованием каркасной технологии ЛСТК существенно упрощается замена совмещенных крыши 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.

**Технология выполнения соединений элементов металлических конструкций.**

***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 неровно-

стей, препятствующих плотному соединению поверхностей. Для совмещения отверстий элементов стыка применяют проходные оправки, диаметр цилиндрической части которых на 0,2 мм меньше диаметра отверстий. Часть отверстий (не менее 10 %) заполняется сборочными пробками (рис. 14.27). Пробки фиксируют взаимное расположение соединяемых элементов от сдвига. После установки сборочных пробок оправки выбивают. Диаметр сборочных пробок должен соответствовать диаметру отверстий.

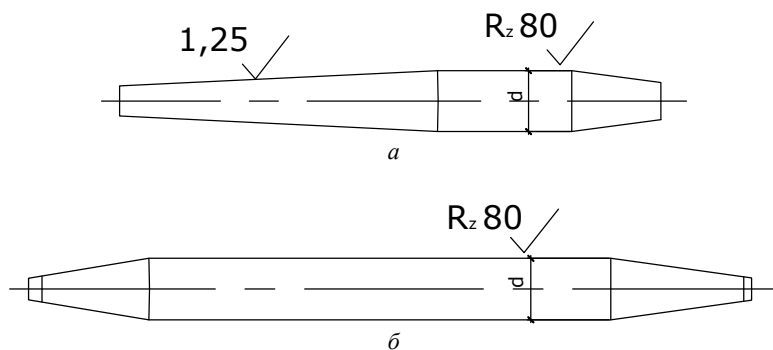


Рис. 14.27. Технологическая оснастка для сборки болтовых соединений:  
*a* – проходная оправка; *б* – сборочная пробка

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, начиная от середи-

ны поля болтов к краям. Другой порядок затяжки болтов должен быть предусмотрен в проектной документации.

Гайки временных и постоянных болтов без контролируемого натяжения завертывают ручными коликовыми ключами (рис. 14.28), имеющими с одной стороны зев для гайки, а с другой – коническую часть – колик, который служит оправкой при совмещении отверстий в деталях узла.

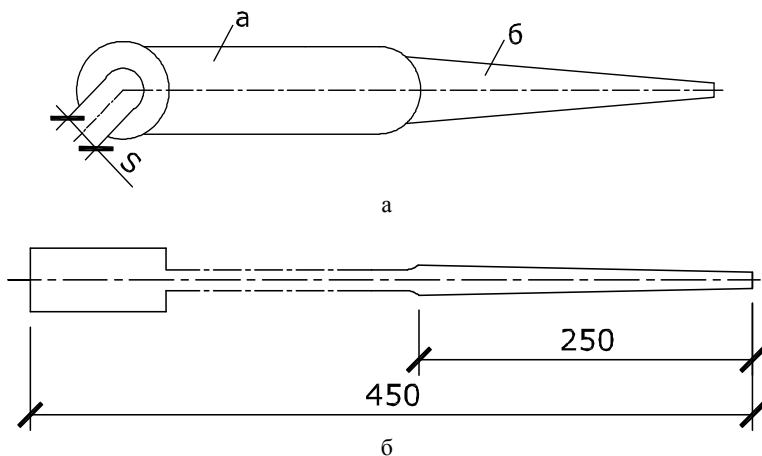


Рис. 14.28. Ключ коликовый монтажный:  
 $a$  – зев ключа;  $b$  – колик;  $s$  – размер под ключ

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.** Соприкасающиеся поверхности 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 приведены в табл. 5.2 ТКП 45-5.04-41.

До установки высокопрочных болтов соединение собирают на пробках и временных болтах и стягивают так, чтобы щуп толщиной 0,3 мм проходил в глубь 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.

Натяжение болтов с регулировкой усилий по величине крутящего момента следует осуществлять поэтапно. После окончания натяжения всех болтов в соединении старший рабочий-сборщик (бригадир) обязан в предусмотренном месте поставить клеймо (присвоенный ему номер или знак), и соединение предьявляется 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 прилегли 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 или полуавтоматами с применением порошковой или легированной проволоки.

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 вручную сваривают участками длиной по 300–400 мм. 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 кромкорезов.

**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 не проваров 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 контроля качества сварных соединений обычно используются следующие.

*Фотографический метод* основан на просвечивании сварного шва гамма-лучами на стройплощадке рентгеновскими аппаратами марок РУП-120-5-1, ИРА-1Д, ИРА-2Д. Учитывая, что при просвечивании сварного шва гамма-лучами непрозрачные тела начинают светиться под их действием с различной интенсивностью, дефекты шва на пленке видны как участки другой затемненности.

*Магнитографический метод* основан на обнаружении полей рассеивания в местах дефектов на ферромагнитной ленте и последующем воспроизведении отпечатков; применяется для контроля соединений 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.

*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 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:

- конструкций из углеродистой стали – при температуре до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 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  $100\text{--}150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 15. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА КРЫШ

### 15.1. Общие положения

Согласно принятой терминологии, *крыша (покрытие)* – это верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая от атмосферных воздействий, состоящая из *кровли, теплоизоляционного слоя и несущих конструкций (плит, стропил, прогонов)*.

*Кровля* – элемент крыши, предохраняющий здания от атмосферных воздействий. По конструктивному решению крыши бывают *совмещенными и раздельными (чердачными)*. В зависимости от вида водоизоляционного материала кровли подразделяются на *рулонные, мастичные и из штучных материалов (листов, плиток и др.)*

### 15.2. Совмещенные утепленные рулонные кровли

Сегодня при массовом строительстве предпочтение отдается совмещенным утепленным рулонным кровлям, т. к. стоимость их возведения более чем на 14 % ниже, чем раздельных (чердачных) кровель.

При проектировании кровель из рулонных и мастичных материалов рекомендуется применять следующие конструктивные решения:

– совмещенная кровля, в которой все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром (рис. 15.1);

– вентилируемая кровля, в которой водоизоляционный ковер уложен на верхнюю несущую конструкцию, а теплоизоляционный и пароизоляционный слои – покрытие (рис. 15.2);

– инверсионная кровля, в которой водоизоляционный ковер уложен непосредственно на несущую конструкцию с последующей укладкой поверх него теплоизоляционного слоя, дренажного материала и пригрузочного слоя (рис. 15.3).

*Рулонные кровли, в которых все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром* (рис. 15.1) благодаря сравнительно простой технологии устройства и достаточно низкому удельному весу стоимости работ нашли наиболее широкое применение в новом строительстве. Более 85 % всех эксплуатируемых зданий в Республике Беларусь имеют такую конструкцию кровли.

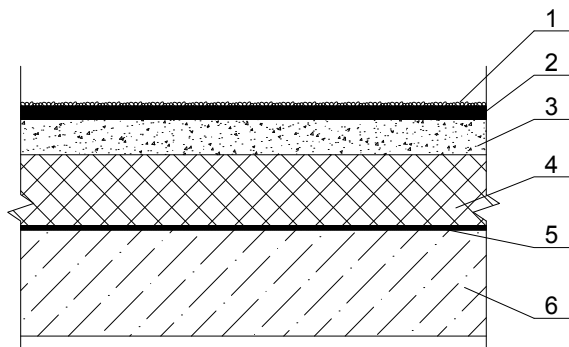


Рис. 15.1. Конструкция совмещенной кровли, в которой все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром:  
 1 – защитный слой; 2 – рулонный водоизоляционный ковер; 3 – выравнивающая стяжка; 4 – теплоизоляционный слой; 5 – пароизоляция; 6 – несущая конструкция

**Вентилируемые кровли**, несмотря на более высокую, по сравнению с кровлями, в которых все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром, материалоемкость и трудоемкость (в них используются две несущие конструкции – верхняя 3 и нижняя 7 (рис. 15.2)), находят сегодня все более широкое применение в жилищном строительстве.

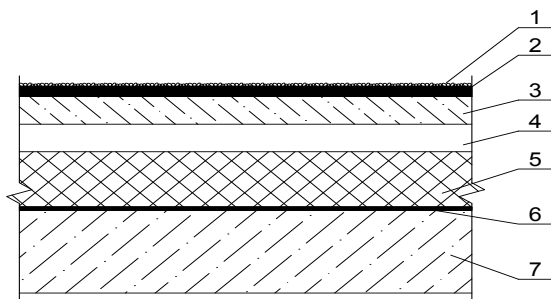


Рис. 15.2. Конструкция вентилируемой кровли:  
 1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер; 3 – верхняя несущая конструкция; 4 – воздушная прослойка (технический этаж); 5 – теплоизоляционный слой; 6 – пароизоляция; 7 – нижняя несущая конструкция

Основными факторами, способствующими увеличению объемов строительства зданий с вентилируемой кровлей, являются:

- возможность эффективного использования воздушной прослойки за счет устройства технического этажа;

- снижение интенсивности увлажнения материала теплоизоляционного слоя от атмосферных воздействий в процессе эксплуатации кровли;

- увеличение срока эксплуатации водоизоляционного рулонного материала кровли без ремонта за счет отсутствия циклических воздействий от изменения агрегатного состояния влаги, накопившейся в материале утеплителя.

**Инверсионная кровля** (рис. 15.3) – это совмещенная кровля с обратным расположением слоев. Водоизоляционный ковер в ней укладывается непосредственно на несущую конструкцию, с последующей укладкой поверх него теплоизоляционного слоя, дренажного материала, а также пригрузочного слоя. Дренажный материал обеспечивает пропуск воды с верхних покрытий кровли и отвод ее к водосточным воронкам.

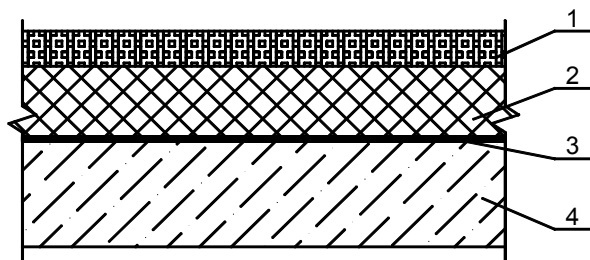


Рис. 15.3. Конструкция инверсионной кровли:  
1 – пригрузочное покрытие; 2 – дренажный материал;  
3 – водоизоляционный ковер; 4 – несущая конструкция покрытия

### **15.3. Материалы, применяемые для устройства совмещенных утепленных крыш из рулонных материалов и мастик**

Массово применяемым конструктивным решением крыш из рулонных материалов и мастик являются совмещенная утепленная кровля, в которой все слои последовательно уложены на несущую

конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром. Состоит такое совмещенное утепленное покрытие из следующих конструктивных элементов (рис. 15.1):

- основания под кровлю, включающего несущую конструкцию, разуклонку, пароизоляцию, теплоизоляцию;

- водоизоляционного рулонного ковра с защитным покрытием.

**Несущая конструкция кровли** воспринимает нагрузку от собственной массы, массы снега, давления ветра и передает эти нагрузки на стены или отдельные опоры.

*В качестве несущих конструкций в жилых и общественных зданиях применяют:*

- многопустотные сборные железобетонные плиты покрытия;
- монолитные железобетонные покрытия.

*В зданиях производственного назначения* – ребристые сборные железобетонные плиты покрытия или стальной профилированный настил.

**Разуклонка** обеспечивает организованный отвод атмосферных осадков к водосточным воронкам. Устраивается она по несущим конструкциям покрытия. Рекомендуется ее выполнять из гравия керамзитового с послойным уплотнением и проливкой цементно-песчаным раствором.

**Пароизоляционный слой** предназначен для защиты утеплителя от увлажнения водяными парами, проникающими из помещений. Она бывает двух типов: окрасочной или клеечной. Ввиду низкой эксплуатационной эффективности, высокой стоимости и трудоемкости производства работ, окрасочная пароизоляция сегодня в новом строительстве практически не применяется.

*Клеечная пароизоляция* выполняется с использованием наплавляемых рулонных материалов: БИПОЛЬ (ТУ 5774-008-17925162-2002), БИКРОЭЛАСТ (ТУ 5774-019-17925162-2003), ЛИНОКРОМ (ТУ 5774-002-13157915-98), БИКРОСТ (ТУ 5774-042-00288739-99) и др. Корпорация «Технониколь» выпускает для устройства пароизоляции самоклеющийся материал ТЕХНОЭЛАСТ БАРЬЕР (БО). Отличительной особенностью этого рулонного материала является отсутствие основы. Благодаря этому материал имеет высокую эластичность и гибкость.

Для устройства пароизоляции также применяют специализированные полиэтиленовые пленки. Однако следует иметь в виду, что

их эксплуатационная надежность существенно ниже рулонных битумных материалов.

**Теплоизоляционный слой** обеспечивает защиту совмещенного покрытия от потерь тепла в холодное время года и перегрева солнечными лучами в летний период. Выбор теплоизоляционного материала следует производить не только с учетом его свойств в момент изготовления, но в еще большей степени с учетом его способности обеспечить теплозащиту при комплексе атмосферных воздействий в течение нормируемого срока эксплуатации. Требуемая толщина теплоизоляционного слоя определяется на основании теплотехнического расчета.

Теплоизоляция подразделяется на монолитную, сборную, из засыпных материалов.

*Монолитную теплоизоляцию* выполняют непосредственно на кровле из легких бетонных смесей, например газо- и пенобетон, перлитобетон и др. Как показала практика, эффективной областью ее применения являются совмещенные утепленные рулонные кровли зданий производственного назначения, т. е. кровли большой площади.

*Сборная теплоизоляция* выполняется из плит (блоков) заводского изготовления. В эксплуатируемых совмещенных утепленных кровлях массово применялись следующие плитные утеплители: древесноволокнистые, фибролитовые, минераловатные на синтетическом и битумном связующих, газосиликатные блоки и др.

Сегодня при устройстве теплоизоляции массово применяют *волокнистые плиты из минераловатной ваты на основе горных пород базальтовой группы на фенольном связующем*. Из-за низкой огнестойкости существенно сократились объемы применения плитного пенополистирольного пенопласта.

Хорошие эксплуатационные характеристики, высокая огнестойкость пеностекла, позволяют считать его перспективным плитным утеплителями для утепленных совмещенных кровель.

*Засыпные утеплители* (гравий керамзитовый, аглопарит, перлит) применяют для зданий и сооружений 5-го класса сложности (К-5) при общей площади кровли не более 500 м<sup>2</sup>. При ремонте зданий применяют существующий засыпной утеплитель при условии соответствия его показателей ТНПА.

Согласно ТНПА, **стяжка** – это слой цементно-песчанного раствора, мелкозернистого асфальтобетона или сборных плит, предназначенный для выравнивания теплоизоляционного матери или не-



сущих элементов покрытия, обеспечивающий необходимую прочность на сжатие основания под кровлю возможность устройства водоизоляционного ковра.

*Цементно-песчаную стяжку* следует выполнять из раствора марки по прочности не ниже М100 и марки по морозостойкости не ниже F100. Толщина стяжки с армированием по слою утеплителя принимается от 40 до 50 мм. В цементно-песчаной стяжке должны быть предусмотрены температурно-усадочные швы шириной не менее 5 мм и высотой равной 1/3 ее толщин (до армирующей сетки) на участки не более 3×3 м.

*Цементные и цементно-полимерные составы предназначены для устройства водонепроницаемых стяжек повышенной прочности.* Основными компонентами для приготовления цементного раствора являются гипсоглиноземистый цемент, песок, стекловолокно длиной 20 мм. В состав цементно-полимерного раствора входят гипсоглиноземистый цемент, стекловолокно длиной 20 мм, фурировый спирт, серноокислый анилин.

В настоящее время в совмещенных утепленных кровлях с легкими металлическими несущими конструкциями покрытия (профнастил) и утеплителем из плитного беспрессового пенополистирола (горючий материал) выполняется *сборная стяжка*. Выполняется она из листов плоского материала, уложенных в несколько слоев. На практике применяют цементно-стружечные плиты (ЦСП), асбестоцементные листы (АЦЛ), влагостойкие стекломагниево-цементные листы (СМЛ).

**Основной водоизоляционный ковер** выполняют из нескольких слоев наплаваемых кровельных рулонных битумно-полимерных материалов: Изопласт (ТУ 5774-005-05766480-95); Изоэласт (ТУ 5774-007-05766480-96), Физизол (ТУ 5774-002-04001232-94), Гидростеклоизол (ТУ 400-1-51-93), Экофлекс (ТУ 5774-002-0028752-98), Техноэласт Титан (ТУ 55774-030-17925162-2005) и др. Выше перечисленные кровельные материалы изготавливаются из стеклоткани или стеклохолста с пропиткой основы битумными вяжущими. Рулонными эти материалы называются потому, что выпускаются в виде рулонов длиной 7–20 м и шириной 400–1050 мм.

*Основными эксплуатационными недостатками этих материалов являются деструкция битума под воздействием ультрафиолетового воздействия и высокое сопротивление паропроницаемости водоизоляционного ковра.*

Сегодня существенно выросли объемы возведения плоских кровель с применением *гидроизоляционных ПВХ-мембран*, изготовленных из высококачественного эластичного поливинилхлорида (ПВХ), который гарантирует срок службы изделия не менее 20 лет. ПВХ-мембраны имеют более высокие по отношению к применяемым битумно-полимерным рулонным материалам эксплуатационные характеристики: прочность, гибкость, стойкость к ультрафиолетовому излучению, стойкость к действию огня. Принципиальное отличие мембран от битумно-полимерных кровельных материалов – это односторонняя паропроницаемость, позволяющая обеспечить эффект «дышащей» кровли, предотвращая скопление конденсата в подкровельном пространстве и защитить утеплитель от увлажнения.

ПВХ-мембраны применяются для устройства и ремонта водоизоляционного ковра любых видов совмещенных кровель, с любыми уклонами и по любым типам оснований. Работы по выполнению и ремонту кровли могут выполняться при любой температуре наружного воздуха. Температурный режим эксплуатации ПВХ-мембран составляет от  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На сегодня в промышленных объемах выпускаются ПВХ-мембраны следующих марок: Logicroof (Россия), Sikaplan (Россия), Пластфоил (Россия), Escoplast (Россия), BIGTOP (Россия), Alkorplan (Бельгия).

ПВХ-мембраны выпускаются в рулонах длиной до 50 м; шириной – 1,5, 2,8 и 3 м и толщиной – 1,2–2 мм.

*Защитное покрытие (посыпка)* – это элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный ковер из битумно-полимерных рулонных материалов от механических повреждений, атмосферных воздействий, ультрафиолетового излучения и распространения огня по поверхности кровли.

В наплавляемых битумно-полимерных водоизоляционных рулонных материалах верхний слой кровельного материала – «посыпка» устраивается непосредственно при его изготовлении.

Устойчивость ПВХ-мембран к ультрафиолетовому излучению, неблагоприятным погодным условиям, химически агрессивным средам, гниению, воздействию пламени позволяет не выполнять на кровлях защитное покрытие.

Для устройства совмещенных кровель, наряду с рулонными водоизоляционными материалами, применяют *кровельные мастики*. Мастики – это пластичные гидроизоляционные материалы, получа-

емые при смешивании органических вяжущих с минеральными наполнителями и различными добавками, улучшающими качество мастик. В рабочем состоянии кровельные мастики представляют собой жидко-вязкую однородную массу, которая после нанесения на поверхность и отверждения превращается в монолитное покрытие. Мастики на битумных и полимерных вяжущих отличаются от аналогичных рулонных материалов тем, что изолирующая пленка формируется непосредственно в покрытие. Недостаток мастичного покрытия состоит в том, что при больших уклонах кровли и неровности поверхности основания трудно добиться гарантированной толщины изолирующей пленки.

#### **15.4. Технология устройства совмещенных утепленных крыш с водоизоляционным ковром из наплавляемых рулонных материалов**

Ограничения по применению засыпных утеплителей в совмещенных утепленных рулонных кровлях, изменения требований к основанию под рулонные кровли, обусловили массовое применение в качестве теплоизоляционного слоя негорючих волокнистых минераловатных плит. Для выполнения требований, установленных ТНПА, рекомендуется к массовому применению следующее конструктивное решение совмещенной утепленной кровли (рис. 15.4).

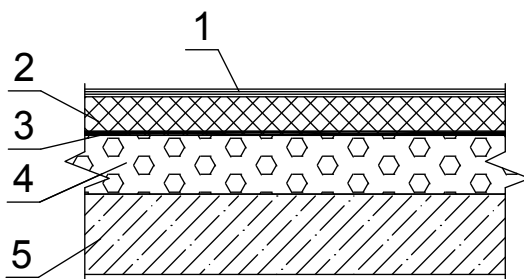


Рис. 15.4. Рекомендуемая конструкция совмещенного утепленного покрытия:  
 1 – водоизоляционный ковер (3–4 слоя наплавляемого рубероида, верхний слой с заводской защитной посыпкой);  
 2 – плитный негорючий утеплитель (минераловатные плиты);  
 3 – клеечная паронепроницаемая мембрана; 4 – слой гравия керамзитового (создание уклона кровли); 5 – несущая конструкция покрытия (железобетонная плита)

Для устройства такой кровли предлагается следующая технологическая последовательность производства работ:

- устройство уклонов кровли по несущим конструкциям покрытия;
- устройство оклеечной пароизоляции;
- устройство теплоизоляции;
- наклейка водоизоляционного ковра из рулонных материалов.

**Устройство уклонов кровли к водосточным воронкам целесообразно выполнять из гравия керамзитового.** Этот материал намного дешевле, чем сухие смеси, и объемный вес гравия почти в три раза меньше.

*Рекомендуется следующая технология производства работ.* Основание под разуклонку очищается от крупного строительного мусора и на нем устанавливают маячки (обрезки стальной арматуры), которые крепятся к плитам покрытия с помощью быстротвердеющего алебастрового раствора. С помощью нивелира и контрольной рейки на маячки фламастером (несмываемой краской) выносят отметки, соответствующие проектным толщинам слоя гравия керамзитового. Гравий керамзитовый подается на кровлю краном в поворотных бадьях. Укладывается он послойно, толщина слоя – до 50 мм. Каждый уложенный слой подвергается уплотнению трамбовкой массой не менее 5 кг. Цель уплотнения – обеспечить гранулам сыпучего материала устойчивое положение. Для закрепления гранул в устойчивом положении каждый уплотненный слой проливают цементным раствором. После выведения разуклонки в проектное положение *по гравию керамзитовому выполняют выравнивающую цементно-песчаную стяжку.* Ровность поверхности выравнивающей стяжки проверяют трехметровой рейкой «КОНДОР-3М». Просветы между поверхностью основания и рейкой не должны превышать: 5 мм – вдоль уклона и 10 мм – поперек уклона кровли.

**Оклеечная пароизоляция** устраивается по выравнивающей стяжке разуклонки. Оклеечная пароизоляция выполняется в один слой при влажности воздуха в помещениях до 75 % и в два слоя – при более высокой влажности. Выровненная поверхность разуклонки перед наклейкой пароизоляции обязательно огрунтовывается. Для грунтования основания рекомендуется применять раствор битума БН-90/10 в растворителе керосине или соляровом масле в соотношении по массе 1–3. Грунтовку наносят механизированным способом. Слой грунтовки наносят форсункой-распылителем. Грун-

товка должна наноситься ровным слоем, без пропусков. Ширина грунтуемых полос основания: 4–5 м. Огрунтованное таким способом основание из цементно-песчаного раствора не надо защищать от солнечных лучей, так как образовавшаяся пленка препятствует испарению воды из раствора.

Клеечная пароизоляция выполняется из наплавляемых рулонных кровельных материалов. Перед наклейкой рулонные материалы для устранения деформаций перематывают на машине СО-98А. Хранят подготовленные к наклейке рулоны в контейнерах или на подкладках в два ряда по высоте. Перед наклейкой рулон проверяют – раскатывают вдоль меловой линии у места приклеивания и выдерживают в раскатанном виде в течение 2–3 часов. Полотнища укладывают с перехлестом в боковых швах 80–100 мм и в торцевых 150 мм.

Самым распространенным методом устройства пароизоляции из наплавляемого рулонного материала является *разогрев кровельного слоя (огневой метод)*. Сущность технологии устройства пароизоляции огневым методом состоит в том, что с помощью газовой горелки, осуществляется подплавление кровельного мастичного слоя рулона. Первоначально на крыше раскатывают и примеряют полотнище наплавляемого рулонного материала. Затем разогревают с помощью горелки кровельный мастичный слой рулона и приклеивают его к основанию на длину 0,3–0,5 м. На приклеенный конец рулона устанавливают каток-раскатчик. Кровельный мастичный слой разогревают по линии соприкосновения его с нанесенной грунтовкой. После приобретения мастичным слоем текучей консистенции наклеиваемый рулон с помощью катка-раскатчика раскатывают и приклеивают к ранее огрунтованному основанию.

Для качественного наплавления материала необходимо добиться небольшого валика битумно-полимерного вяжущего в месте соприкосновения материала с поверхностью. Признаком хорошего, правильного прогрева материала является вытекание битумно-полимерного вяжущего из-под боковой кромки материала до 15 мм. Наклеиваемые полотнища не должны иметь складок, морщин, волнистости.

Схема наклейки пароизоляции огневым методом (с помощью разогрева кровельного слоя) приведена на рис. 15.5.

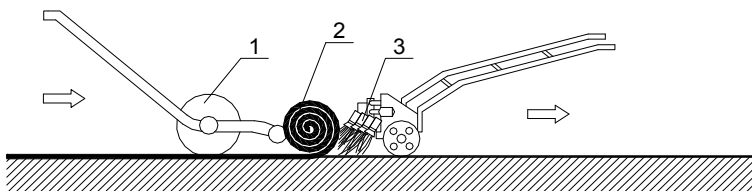


Рис. 15.5. Наклеивание пароизоляции с помощью разогрева покровного слоя:  
 1 – каток-раскатчик; 2 – рулон наплавляемого материала;  
 3 – газовые горелки

### Устройство теплоизоляции.

**Теплоизоляция из волокнистых минераловатных плит.** Основным теплоизоляционным материалом совмещенных утепленных рулонных кровель жилых и гражданских зданий являются волокнистые минераловатные плиты. Обусловлено это тем, что минераловатные плиты, изготовленные на основе каменной ваты, являются негорючим материалом, и это позволяет наклеивку водоизоляционного ковра выполнять методом наплавления без устройства противопожарной цементно-песчанной стяжки. Что позволяет существенно снизить трудоемкость и материалоемкость работ. В качестве теплоизоляции совмещенных кровель рекомендуется применять плиты марок: ТЕХНОРУФ Н, ТЕХНОРУФ 45, ТЕХНОРУФ В, БЕЛТЕП. Выпускаются они длиной от 1000 мм до 1200 мм и шириной 500 и 600 мм. Стандартная толщина плит от 50 до 110 мм.

Наряду с плоскими минераловатными плитами в Российской Федерации выпускаются клиновидные плиты (ТЕХНОРУФ Н-30-КЛИН), которые предназначены для создания разуклонки на кровле 1,7 % и 4,2 %.

При устройстве эксплуатируемых кровель рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя применять экструзионный пенополистирол (XPS-плиты). Этот материал имеет низкое водопоглощение и высокую прочность на сжатие (300 кПа). Основным недостатком XPS-плит – горючесть материала. В России налажен выпуск клиновидных XPS-плит CARBON SLOPE, которые позволяют создавать уклоны на плоской кровле без устройства разуклонки.

**Технология устройства теплоизоляционного слоя из плитных материалов.** До начала производства работ по устройству теплоизоляции покрытия на захватке необходимо завершить устрой-

ство пароизоляции, просушить (в случае необходимости) подготовленную поверхность. Для просушивания поверхности пароизоляции перед устройством теплоизоляции рекомендуется использовать передвижную машину марки СО-107. Теплоизоляционные работы должны проводиться в сухую погоду. Технологический процесс по устройству теплоизоляции необходимо организовывать так, чтобы за одну смену по уложенному утеплителю был выполнен водоизоляционный ковер. В случае необходимости, чтобы уберечь уложенный теплоизоляционный слой в процессе производства работ от увлажнения атмосферными осадками, рекомендуется применять легкие передвижные тенты-навесы.

Толщина теплоизоляционного слоя принимается на основании теплотехнических расчетов и может выполняться одним или двумя слоями в зависимости от вида и толщины утеплителя. Плиты могут укладывать насухо либо наклеивать на мастику.

*Рекомендуется следующая последовательность монтажа теплоизоляционного слоя покрытия.* Площадь делянки разбивают на полосы шириной 3 м. С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты. Затем приступают к укладке маячных плит по границам полос. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики приступают к укладке рядовых плит. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью контрольной рейки. Для предохранения теплоизоляционных материалов от повреждений при хождении по ним рабочих и транспортировании материалов укладку плит следует вести «на себя».

При укладке плитных утеплителей следят за плотностью прилегания их к основанию, друг к другу и к смежным конструкциям. Если зазоры в швах между плитами превышают 5 мм, то их заполняют теплоизоляционным материалом. Заполнение зазоров в стыках между плитами, уложенными насухо, осуществляется крошкой плитного утеплителя с ее уплотнением. Эту операцию выполняют с использованием самоходного катка с бункером или вручную катком. Последовательность укладки плитного утеплителя на захватке приведена на рис. 15.6.

При устройстве теплоизоляции из двух и более слоев плитного утеплителя швы между плитами необходимо располагать «вразбежку». Рекомендуется укладывать плиты со смещением в соседних рядах,

равным половине их длины. Верхний слой необходимо укладывать со смещением не менее 200 мм относительно стыков нижнего слоя.

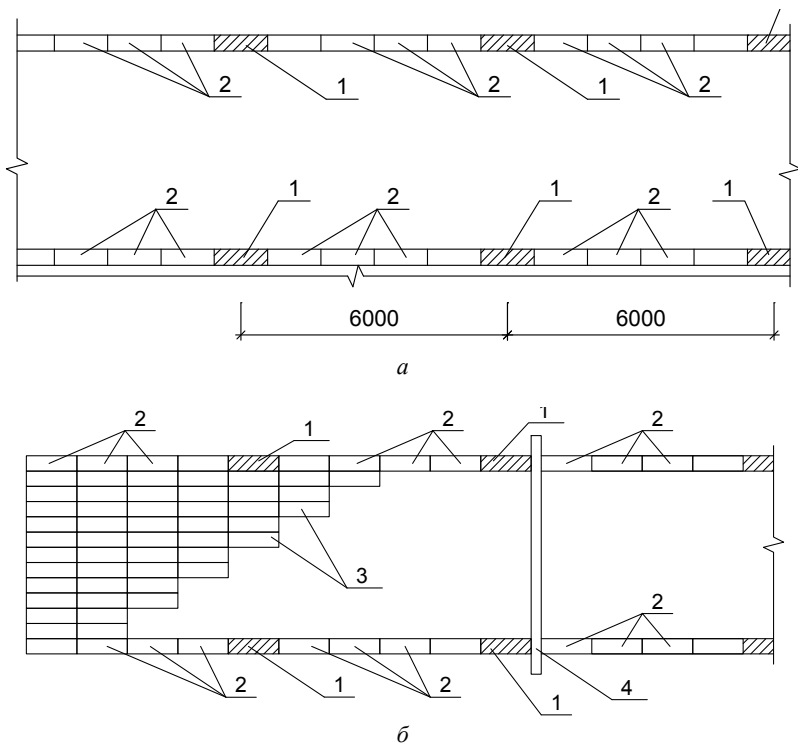


Рис. 15.6. Последовательность укладки плитного утеплителя на захватке:

*a* – укладка маячной полосы; *б* – укладка рядовых плит;

1 – маячные плиты; 2 – плиты маячной полосы;

3 – рядовые плиты; 4 – контрольная рейка

*Укладка теплоизоляционных плит на мастике.* До начала работ по укладке теплоизоляционных плит для обеспечения ровности основания под водоизоляционный ковер выполняется нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки. Затем на подготовленную (очищенную от пыли и грязи) поверхность пароизоляции наносят битумную мастику, разравнивая ее тонким слоем. На свеженанесенную мастику укладывают маячные теплоизоляционные плиты, плотно прижимая их к подготовленной поверхности



и друг к другу. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом укладывают рядовые плиты. Зазоры в стыках между уложенными плитами шириной более 5 мм заполняют крошкой теплоизоляционного материала, уплотняют и заливают мастикой. Неправильно уложенные плиты (качающиеся или прогибающиеся) приклеивают заново. Технологическая схема укладки теплоизоляционных плит на мастике приведена на рис. 15.7.

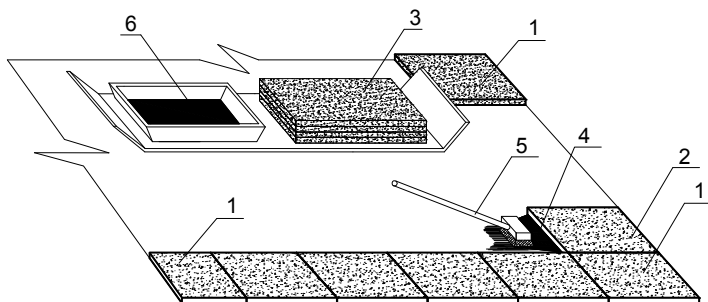


Рис. 15.7. Технологическая схема укладки плитного утеплителя на мастике:

- 1 – маячная плита; 2 – плиты маячного ряда;
- 3 – складирование плит на кровле; 4 – слой мастики;
- 5 – гребок с резиновой вставкой для разравнивания мастики;
- 6 – емкость для мастики

**Монолитная теплоизоляция.** Областью ее эффективного применения являются совмещенные кровли большой площади со сложной геометрией (здания промышленного назначения).

*Технология производства работ.* Для создания температурно-усадочных швов в монолитном утеплителе, покрытие с помощью маячков разбивают на полосы шириной 4–6 м. В качестве маячков используют деревянные рейки толщиной 15–20 мм. Высота маячных реек должна соответствовать толщине теплоизоляционного слоя. Контроль отметок верха маячных реек осуществляется с помощью нивелира. Маячные рейки прикрепляют к пароизоляции алебастровым раствором.

Легкобетонную смесь доставляют на строительную площадку с централизованных установок автобетоновозами и выгружают через раствороперегрузчик СО-157 в приемный бункер, питающий установку СО-126. Подача легкобетонной смеси к месту укладки на

кровле осуществляется от питающей установки СО-126 по резино-вому рукаву. Монолитный утеплитель укладывается полосами шири-ной 4–6 м и длиной до 12 м. Полосы заполняют легкобетонной смесью через одну (рис. 15.8). Монолитный утеплитель из легких бетонов уплотняют и заглаживают рейкой-правилom или виброрей-кой. После схватывания бетонной смеси в незаполненные полосы и температурно-усадочные швы укладывают смесь. В первые часы после укладки поверхность свежееуложенного бетона покрывают лаком «Этаноль». Монолитную теплоизоляцию укладывают только при положительной температуре наружного воздуха (не ниже 5 °С).

Технологическая схема производства работ по устройству моно-литной теплоизоляции приведена на рис. 15.8.

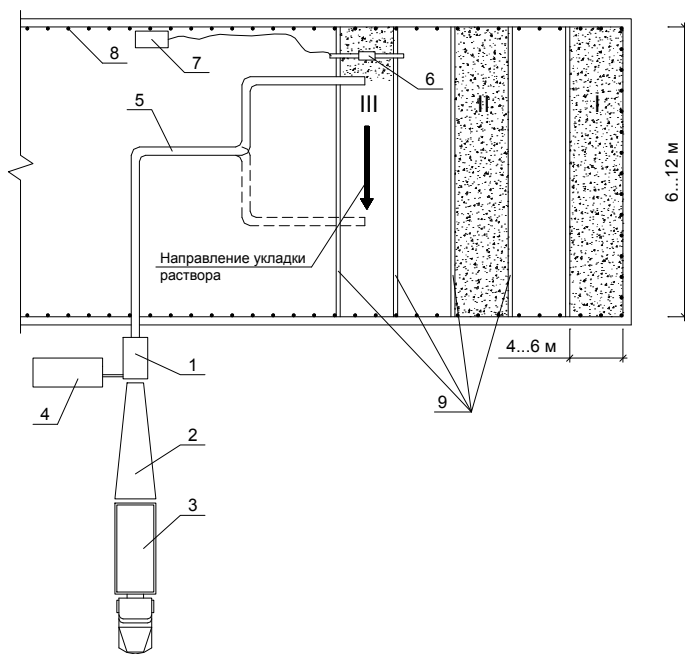


Рис. 15.8. Технологическая схема производства работ по устройству монолитной теплоизоляции:

I–III – последовательность устройства теплоизоляции;

1 – установка СО-126; 2 – раствороперегрузатель СО-157; 3 – автобетоновоз;

4 – компрессор; 5 – материалный шланг; 6 – виброрейка СО-132А;

7 – понижающий трансформатор; 8 – инвентарное ограждение; 9 – маячные рейки

**Устройство стяжек под водоизоляционный ковер из наплавленных битумных рулонных материалов.** Для защиты от возгорания плитных утеплителей из пенополистирола при наклейке водоизоляционного ковра наплавлением по ним устраиваются защитные (противопожарные) стяжки из цементно-песчаного раствора или сборные.

*Технология устройства стяжки из цементно-песчаного раствора.* Перед устройством стяжки основание (теплоизоляционный слой) очищается от строительного мусора и обеспыливается с помощью компрессорной установки (марки К-5 или др.). При необходимости основание под стяжку просушивают с использованием передвижной машины (марки СО-107 или др.). Требуемая эксплуатационная эффективность стяжки обеспечивается за счет того, что ее устраивают участками не более 3×3 м. Разделение стяжки на участки температурно-усадочными швами осуществляется с помощью маячных реек, изготовленных из древесины. Маячные рейки имеют толщину 5–6 мм и высоту, соответствующую требуемой толщине стяжки. Отметка верха реек контролируется нивелиром. Рейки устанавливают по уровню и шнуру и прикрепляют к утеплителю алебастровым раствором. Верхние поверхности реек должны быть простроганы, так как они служат направляющими для перемещения виброрейки. Заполнение участков (не более 3×3 м) цементно-песчаным раствором марки М100 осуществляется через один с использованием растворонасоса марки СО-126 (рис. 15.9). Уложенный слой раствора разравнивается и уплотняется виброрейкой (марка СО-132А или др.). В местах, недоступных для виброрейки, раствор уплотняют поверхностным вибратором (марка ИВ-91А или др.). Поверхность стяжки заглаживают металлической гладилкой, выступившее цементное молоко удаляют скребком с резиновой прокладкой. В местах рабочих швов уплотнение и заглаживание раствора производится до тех пор, пока шов станет незаметным. Ровность стяжки проверяют трехметровой рейкой «КОНДОР-3М». Просветы между поверхностью основания и рейкой не должны превышать 5 мм вдоль уклона и 10 мм поперек уклона кровли.

*На практике температурно-усадочные швы толщиной 5 мм в цементно-песчаных стяжках после набора прочности раствора стяжки нарезают фрезой.*

Температурно-усадочные швы в стяжках и теплоизоляционных слоях монолитной укладки и торцевые стыки несущих плит покры-

тий при применении для водоизоляционного ковра мастичных или рулонных материалов при сплошной или полосовой наклейке (наварке) водоизоляционного ковра должны быть перекрыты полосами рулонного водоизоляционного материала шириной не менее 150 мм с точечной наваркой (приклейкой) их с одной стороны шва.

Технологическая схема производства работ по устройству выравнивающей цементно-песчаной стяжки приведена на рис. 15.9.

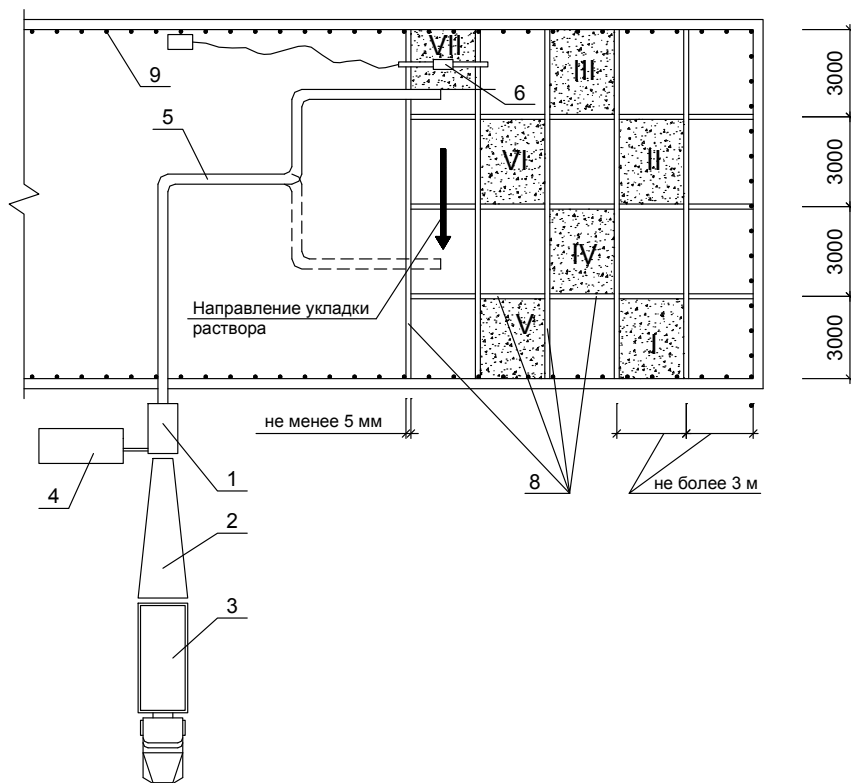


Рис. 15.9. Технологическая схема производства работ по устройству цементно-песчаной стяжки:

I–IX – последовательность устройства стяжки;

- 1 – растворонасос (установка СО-126); 2 – раствороперегрузатель СО-157;  
 3 – автосамосвал; 4 – установка компрессорная К-2; 5 – материальный шланг;  
 6 – виброрейка СО-132А; 7 – понижающий трансформатор;  
 8 – маячные рейки; 9 – инвентарное ограждение

**Сборная стяжка** выполняется из цементно-стружечных плит, плоских асбестоцементных прессованных листов или влагостойких стекломагнитных листов, уложенных, как правило, в два слоя. При устройстве стяжки листы необходимо укладывать с разбежкой швов таким образом, чтобы верхний слой перекрывал швы нижнего ряда минимум на 500 мм. Крепление листов между собой осуществляется заклепочным соединением по периметру и по центру листа. Допускается соединение листов саморезами. В этом случае, чтобы при установке самореза он не разрушил лист сборной стяжки, выполняется зеньковка (предварительная сверловка отверстия) под саморез. Соединение листов сборной стяжки необходимо для создания монолитного основания. При уклонах крыши свыше 10 % необходимо механически зафиксировать сборную стяжку к несущему основанию. При меньших уклонах необходимость фиксации к основанию проверяется расчетом на ветровую нагрузку. *Во избежание коробления в процессе эксплуатации плоские асбестоцементные прессованные листы до укладки на слой теплоизоляции огрунтовывают с обеих сторон гидроизоляционной мастикой или полимерным лаком.* Для обеспечения ровной поверхности всех плит утеплителя под стыки смежных листов по всей длине плит прокладывают полоски из асбестоцементного листа шириной 100 мм, также огрунтованные с обеих сторон. Вместо полоски из асбестоцементного листа, имеющего толщину 10 мм, можно проложить самоклеящиеся полоски герметика, например Герлена, имеющие толщину 3 мм, ширину 100 мм. Применение сборной стяжки позволяет более чем на 70 кг уменьшить нагрузку на 1 м<sup>2</sup> несущих конструкций покрытия здания, а также снизить трудоемкость ручных операций более чем на 30–35 %.

*Описанные требования, предъявляемые к основанию под наплавляемые материалы, практически неактуальны для укладки полимерной мембраны. В качестве основания под полимерные мембраны могут быть любые (в том числе и горючие) гладкие и шероховатые поверхности.*

### **15.5. Устройство рулонного водоизоляционного ковра из наплавляемых рулонных материалов**

*Наклейка рулонного ковра с использованием разогрева покровного слоя (огневой метод) основана на наплавлении (приклеивании)*

битумных рулонных материалов с помощью открытого пламени газовыми горелками. Этот способ является основным, т. к. допускается одновременно наклеивать все слои водоизоляционного ковра.

До наклейки выполняется перемотка рулонов на машине СО-98А (для обнаружения дефектов в водоизоляционном материале и устранения в нем деформаций после его наклейки). Подготовленные к наклейке рулоны кровельного материала подаются на кровлю краном (подъемником) в контейнерах или на подкладках в два ряда по высоте. Перед наклейкой рулон раскатывают по месту укладки и выдерживают в течение 2 часов.

До укладки основного кровельного ковра в зоне водосточных воронок наклеивают не менее двух дополнительных слоев водоизоляционного материала. Ширина их укладки – не менее 500 мм по периметру воронки со сплошной наклейкой всех слоев. Слои основного кровельного ковра и дополнительные слои должны заходить на водоприемную чашу, прижимной фланец которой притягивают к чаше воронки гайками, а чашу воронки крепят к плитам покрытия хомутами.

При уклонах кровли более 15 % рулоны на скате кровли располагают вдоль уклона, при меньших уклонах – параллельно или перпендикулярно уклону. *Перекрестная наклейка полотнищ рулонов не допускается.*

Укладку рулонного материала начинают с нижележащих участков кровли. В процессе производства работ ширина склеивания рулонных материалов в местах продольной и поперечной нахлестки полотнищ должна быть не менее 80 мм. Расстояние между боковыми стыками полотнищ в смежных слоях должны быть не менее 300 мм, т. е. попадание стыка на стык не допускается. На практике эта проблема решается за счет использования уравнительного полотнища, которое получают за счет разрезки рулона по ширине. Для двухслойной кровли из рулона шириной 1000 мм уравнительное полотнище имеет ширину 500 мм; для трехслойной кровли – полосу шириной 330 мм; для четырехслойной кровли – 250 мм. Уравнительные полотнища приклеиваются первыми (рис. 15.10).

Торцевые нахлесты соседних полотнищ кровельного материала должны быть смещены относительно друг друга не менее чем на 500 мм.

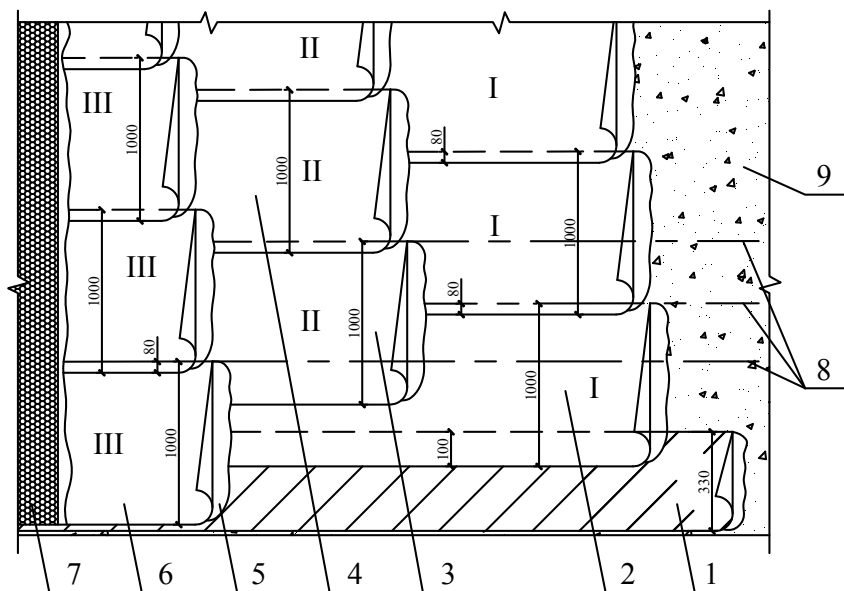


Рис. 15.10. Устройство трехслойной рулонной кровли:

I–III – последовательность укладки слоев;

- 1 – уравнительное полотнище; 2 – первое полотнище первого слоя (I);  
 3 – первое полотнище второго слоя (II); 4 – второе полотнище  
 полотнище второго слоя (II); 5 – полномерное полотнище  
 третьего (наружного) слоя (III); 6 – мастика; 7 – гравий;  
 8 – меловая разметка; 9 – выравнивающая стяжка

*Наклейку наплаваемого рулонного материала выполняют в следующей последовательности.* На подготовленное основание раскатывают рулон. Его примеряют по отношению к ранее наклеенному, обеспечивая необходимый нахлест полотнищ. Скатывают рулон, осуществляя намотку на стальную трубу. Затем разогревают нижний приклеиваемый слой рулона с одновременным нагревом основания или поверхности ранее наклеенного слоя и приклеивают рулон на длину 0,3–0,5 м. Рулон постепенно раскатывают, дополнительно прикатывая катком. Особенно тщательно прикатывают места нахлестов. При наплавлении кровельного материала кровельщик раскатывает рулон «на себя». Рулон необходимо раскатывать на разогретый нижний слой материала. Нагрев производят плавными движениями горелки, чтобы обеспечивался равномерный нагрев

материала и поверхности основания. Нежелательно ходить по только что уложенному материалу – это приводит к ухудшению внешнего вида кровли: посыпка утапливается в слой битумного вяжущего, и на поверхности материала остаются темные следы.

На битумно-полимерных материалах (Унифлекс, Техноэласт, Техноэласт ТЕРМО и т. д.) с нижней стороны используется специальная пленка с рисунком. Деформация рисунка свидетельствует о правильном разогреве битумно-полимерного вяжущего с нижней стороны рулонного материала.

Для качественного наплавления материала необходимо создавать небольшой валик разжиженного битумно-полимерного материала в месте соприкосновения наклеиваемого материала с поверхностью основания. Признаком достаточного прогрева наклеиваемого материала является вытекание битумно-полимерного вяжущего из-под боковой кромки материала до 15 мм. Такой валик гарантирует герметичность нахлеста. Наклеиваемые полотнища не должны иметь складок, морщин, волнистости. Одновременно с укладкой первого слоя основного кровельного ковра оклеивают первым слоем выступающие кровельные конструкции и парапетные стены, это препятствует попаданию воды под кровельный ковер в местах примыканий.

Наклейка рулонного ковра *безогневым способом* выполняется следующим образом. На поверхность чистого, сухого, огрунтованного основания и на кровельные слои наклеиваемых полотнищ с помощью бескомпрессорного окрасочного агрегата через удочку наносится растворитель (уайт-спирит или керосин в количестве 45–60 г/м<sup>2</sup>).

Рулонный материал приклеивают к основанию с использованием катка-раскатчика ИР-830 (рис. 15.11).

В настоящее время рулонный ковер из наплавленного рулонного материала наклеивают с помощью универсальной установки (рис. 15.12).

Применение этой установки позволяет в два раза снизить трудозатраты на производство работ по наклейке рулонного ковра из наплавленных рулонных материалов.

Окончательная прикатка уложенного полотнища и склеивание его с основанием осуществляется отдельно работающим кровельщиком. Выполняется она трехкратным проходом катка массой 100 кг через 7–15 минут после наклейки первого полотнища.

Наплавляемые материалы, применяемые для нижних слоев кровельного ковра, очищают от минеральной посыпки (защитного слоя).



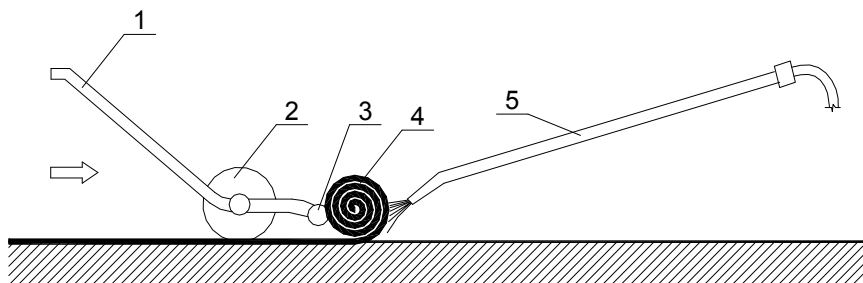


Рис. 15.11. Наклейка наплавляемых рулонных материалов безогневым способом с помощью катка-раскатчика ИР-830 и удочки:  
 1 – рама; 2 – каток-раскатчик ИР-830; 3 – толкатель;  
 4 – наклеиваемый рулон водоизоляционного материала;  
 5 – удочка для нанесения растворителя

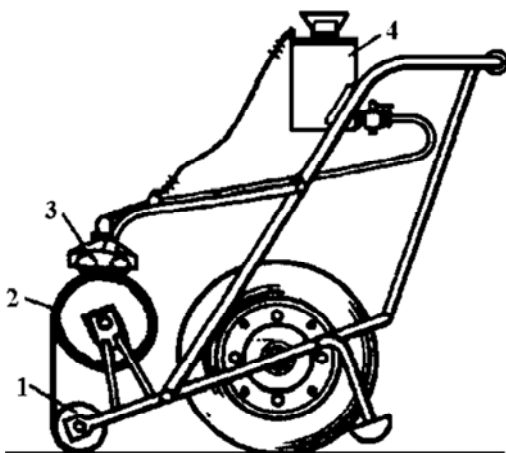


Рис. 15.12. Универсальная установка для наклеивания наплавляемых рулонных материалов безогневым способом:  
 1 – прижимной каток; 2 – рулон материала;  
 3 – валики для смачивания поверхности рулона растворителем;  
 4 – бачок для растворителя

Технологическая схема производства работ по наклейке водоизоляционного ковра безогневым способом приведена на рис. 15.13.

Отличительная особенность технологии укладки наплавляемых рулонных материалов безогневым способом – отсутствие перед

наклеиваемым рулоном валика мастики, которая способствует заполнению всех неровностей основания. Поэтому возрастает роль прикатки при наклейке рулона, в результате которой не только удаляются остатки воздуха, но и формируется качественный клеевой шов.

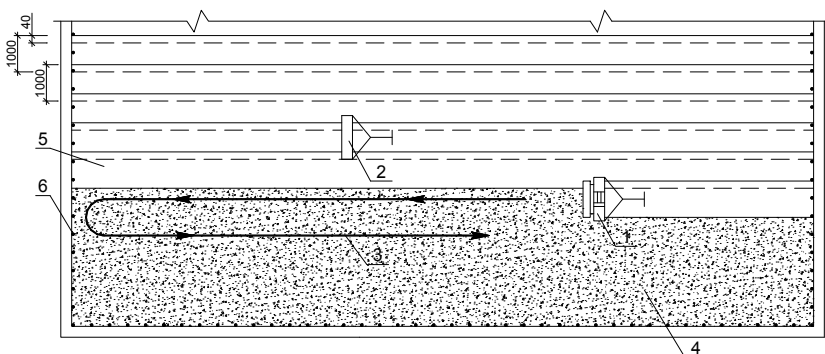


Рис. 15.13. Технологическая схема производства работ по наклейке водоизоляционного ковра из наплавленного рубероида безогневым способом:

- 1 – универсальная установка для нанесения растворителя и раскатки рулонных материалов;
- 2 – каток для прикатки уложенных полотнищ;
- 3 – направление наклейки рулонных материалов;
- 4 – подготовленное основание;
- 5 – водоизоляционный ковер;
- 6 – инвентарное ограждение

Основным недостатком безогневого способа является невозможность одновременно наклеивать несколько слоев водоизоляционного ковра. Обусловлено это тем, что пары разжиженного битума нижних слоев не успевают улетучиться в атмосферу и это приводит к появлению вздутий рулонного материала в местах скопления паров.

Этот недостаток не позволяет рекомендовать безогневой способ наклейки водоизоляционного ковра из наплавленного рубероида для массового применения.

### 15.6. Устройство рулонного водоизоляционного ковра из ПВХ-мембран

ПВХ-мембраны (пластифицированный поливинилхлорид) являются эффективными материалами. Их массовое применение началось

не более 10 лет назад. Рост объемов их применения обусловлен следующим. Полимерные мембраны укладываются в один слой при температурах наружного воздуха до  $-45^{\circ}\text{C}$  и не имеют ограничений по максимальному уклону несущего основания. Они стойки к УФ-излучению, относятся к пониженной группе горючести; способны пропускать водяной пар, образующийся в кровельной конструкции в процессе ее эксплуатации. Мембраны выпускаются в рулонах размерами  $1,5 \times 50$ ,  $2,8 \times 50$  и  $3,0 \times 50$  м. Поставляются они в специальной упаковке (паллетах) по 10 рулонов в каждой на поддонах. Паллеты складываются не более трех по высоте. Хранить их рекомендуется в сухих темных помещениях. Технология монтажа ПВХ-мембран выбирается с учетом условий эксплуатации кровли, ее конфигурации, наличия парапетов и других элементов. *В зависимости от типа крепления ПВХ-мембран к основанию совмещенного покрытия принята следующая классификация: балластное крепление, тепловарной способ крепежа, механическое крепление, клеевое соединение.*

Все технологические решения крепления ПВХ-мембраны к основанию совмещенного покрытия исключают мероприятия по тщательной сушке оснований, устройство слоев огрунтовки основания и применение огневых методов наплавления.

***Балластная полимерная кровля*** эффективна для устройства эксплуатируемых кровель с парапетами со всех сторон с величиной уклона несущего основания не более 3 %. Конструктивно балластная система укладки является наиболее технологически простым способом, так как кровельный ковер удерживается весом балласта, укладываемого сверху (рис. 15.14).

*Технологическая последовательность производства работ.* Плотница мембраны толщиной 1,2 мм раскатывают вручную из рулонов и укладывают на основание, обеспечивая ширину продольной нахлестки не менее 120 мм и поперечной нахлестки не менее 70 мм.

В качестве основания под полимерные мембраны могут быть любые (в том числе и горючие) гладкие и шероховатые поверхности. При укладке ПВХ-мембраны на шероховатое основание (стяжка), а также рулонные битумные материалы, под них необходимо укладывать подкладочный слой из иглопробивного или термоскрепленного геотекстиля. Перехлест полотнищ геотекстиля должен быть не менее 50 мм. Учитывая негативное воздействие ПВХ-материалов на полистиролы, необходимо при применении экструзионного пенопо-

листирола под мембрану укладывать стеклохолст. При применении в качестве утеплителя минераловатных плит ПВХ-мембрану укладывают прямо по слою теплоизоляции. Соединение отдельных рулонов в мембранное покрытие кровли выполняется сваркой швов горячим воздухом с помощью автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ» (рис. 15.15).



Рис. 15.14. Балластная полимерная кровля

Сварка мембраны в местах примыканий (парапет и т. д.) выполняется ручным аппаратом горячего воздуха с насадкой типа «Ляйстер ТРИАК S». Соединение швов сваркой основано на плавлении горячим воздухом соединяемых поверхностей стыкуемых полотнищ мембраны с уплотнением шва прикаточным валиком. Перед сваркой рулоны в местах сварки очищают от пыли и грязи при помощи ветоши, а свариваемые поверхности также обрабатывают очистителем для пленки. Началу сварки должна предшествовать пробная сварка (минимум 1,5 м). Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм. Сварка швов представляет собой наварку нахлестки (рис. 15.16). Такое конструктивное решение стыка обеспечивает герметичность покрытия кровли.

Изготовленную сваркой из отдельных полотнищ мембрану закрепляют на кровле по контуру с помощью клевого соединения или сваркой. По завершении всех операций по закреплению мембраны на кровле приступают к укладке балластного слоя. В кровлях с ограниченным хождением (неэксплуатируемые кровли) в качестве балласта рекомендуется применять речную гальку размером около 40 мм. Также можно использовать щебенку или гравий. При ис-

пользовании в качестве балласта гравия или битого камня, чтобы не повредить поверхность мембраны, на нее укладывают подкладочный слой из термоскрепленного геотекстиля либо иглопробивного геотекстиля с перехлестом полотнищ не менее 50 мм.

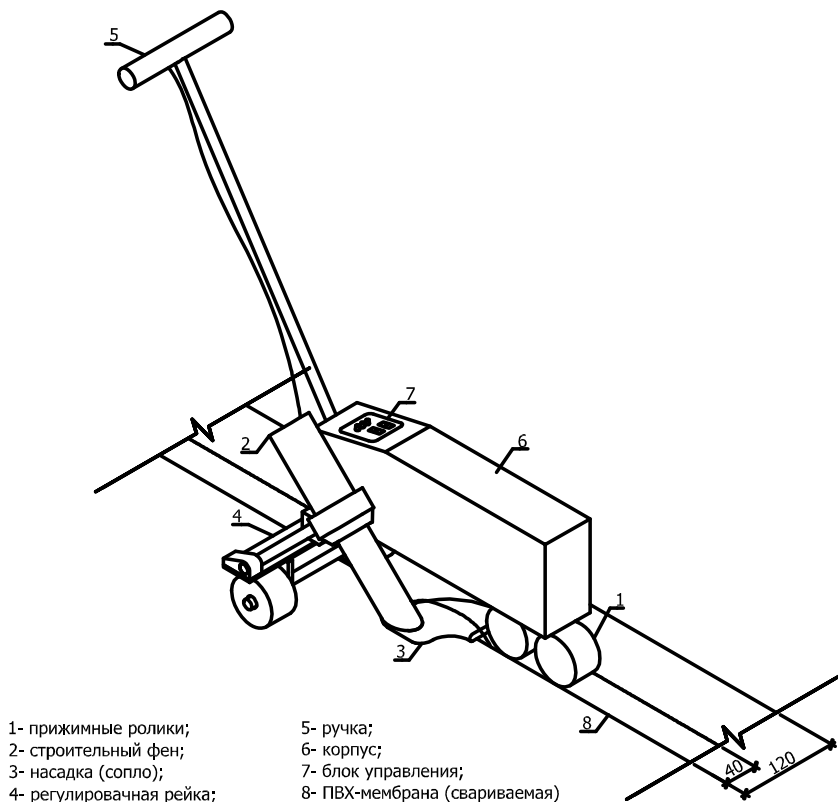


Рис. 15.15. Схема соединения рулонов ПВХ-мембраны в полотнище горячим воздухом с помощью автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ»

**Теплосварной способ крепежа.** Крепление мембраны к основанию кровли теплосварным способом выполняется следующим образом. Вначале осуществляется подготовка кромок отдельных полотнищ к сварке. Мембранное полотно в местах сварки (кромка шириной до 1 см) очищается от грязи и выравнивается от складок

специальным роликом. Параллельно очищают от грязи основание кровли в местах крепежа ПВХ-мембран. Затем с помощью сварки горячим воздухом выполняется закрепление мембранного покрытия к основанию кровли. Выполняется оно с использованием автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ», создающего воздушную струю, температура которой доходит до 600 °С. На данный момент теплосварной способ крепления мембран к основанию кровли считается более надежным по сравнению с остальными. Но трудоемкость устройства сдерживает массовое его применение. Этот способ эффективен при устройстве совмещенных кровель с минимальным количеством примыканий и большой площадью покрытия.

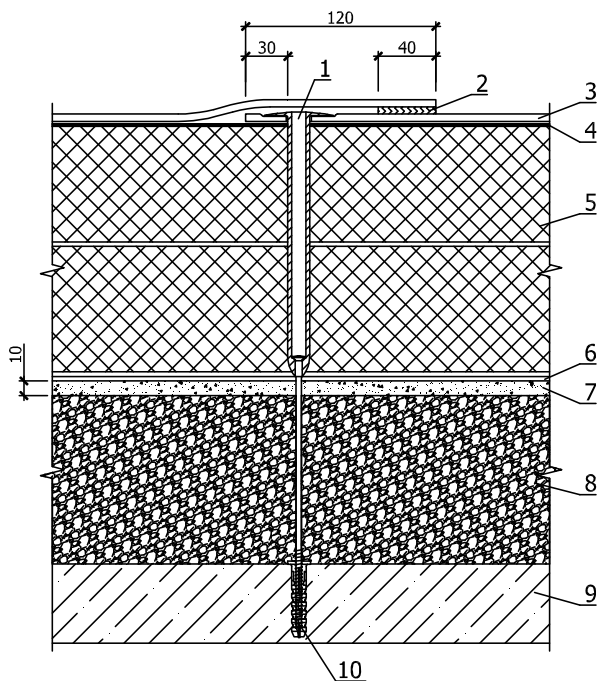


Рис. 15.16. Механическое крепление мембраны к бетонному основанию покрытия:

- 1 – телескопическая втулка; 2 – сварной шов; 3 – ПВХ-мембрана;
- 4 – геотекстиль; 5 – утеплитель; 6 – пароизоляция;
- 7 – выравнивающая стяжка; 8 – разуклонка;
- 9 – железобетонная плита покрытия; 10 – крепежный элемент

*Система клеевой полимерной кровли является наиболее эффективной при реконструкции и ремонте старых кровель.*

При реконструкции эксплуатируемых рулонных кровель рекомендуется в клеевой системе применять мембраны со специальной флисовой подложкой, которая не только обеспечивает механическое разделение старого и вновь укладываемого слоя, но и обеспечивает надежную фиксацию материала при помощи клеевого состава. Рулоны мембраны имеют на краях поле без флиса, которое предназначено для сварки рулонов в полотнища при помощи горячего воздуха.

*Рекомендуется следующая технология производства работ.* На подготовленное основание с помощью полиуретанового клея осуществляется приклейка рулонов мембраны. Расход клея составляет около 300 г на 1 м<sup>2</sup>. Рулоны мембраны приклеивают к основанию с перехлестом смежных полотнищ по ширине и длине не менее 80 мм. На горизонтальной плоскости кровли допускается не сплошная приклейка мембраны (площадь приклейки не менее 30 %). На вертикальных поверхностях (парапет) и местах перехода на вертикаль полимерная мембрана приклеивается по всей поверхности. Продольные и поперечные швы смежных рулонов мембраны не проклеиваются монтажным клеем. Не допускается попадание клея на участки сварного шва. Швы свариваются автоматическим сварочным аппаратом типа «ВАРИМАТ».

При выполнении текущего ремонта эксплуатируемого водоизоляционного ковра рекомендуется применять клеевое соединение, базирующееся на использовании *специальной двусторонней склеивающей ленты*. Эта лента позволяет одновременно соединять полосы рулонного материала в цельное мембранное покрытие (заплату) кровли и закреплять мембрану к основанию. Производство работ отличается простотой технологии, не требующей применения специального оборудования. Суть его состоит в следующем. Непосредственно на кровле отдельные полотнища мембраны соединяются между собой в цельное мембранное покрытие (заплату), которое сразу же закрепляется (приклеивается) к основанию покрытия.

Учитывая, что эксплуатационная эффективность двусторонней склеивающей ленты не превышает 5–7 лет, такой вид монтажа мембраны на кровле целесообразно применять только для ликвидации протечек кровли. Как правило, систему клеевой полимерной кровли применяют в тех случаях, когда воспользоваться остальными методами не представляется возможным.

*Способ механического крепления мембраны к основанию* является наиболее распространенным. Основными достоинствами данного способа крепления мембраны является то, что он позволяет выполнять устройство водоизоляционного ковра из ПВХ-мембран по бетонным несущим конструкциям и по профнастилу.

*Технологическая последовательность производства работ.* Вначале выполняется очистка основания (слоя теплоизоляции) от мусора. Затем на кровлю подают отдельные рулоны (полотнища) ПВХ-мембран, раскатывают их и выдерживают до выпрямления волн. После этого приступают к механическому закреплению рулона мембраны к основанию. Механическое крепление мембраны к бетонному основанию выполняют при помощи крепежных элементов (рис. 15.16).

Крепежные элементы располагают по прямым линиям, вдоль кромок полотнищ мембраны на расстоянии не менее 30 мм от края полотнищ с шагом 300 мм.

Крепление мембраны к бетонному основанию через утеплитель выполняют просверливанием отверстий в основании диаметром 5 мм, глубиной не менее 30 мм с помощью электрической сверлильной машины. С помощью электрического забойника дюбель забивают в бетон.

Технологическая схема производства работ приведена на рис. 15.17.

По завершении механического закрепления всех полотнищ к основанию кровли на захватке (делянке) выполняют соединения отдельных полотнищ в мембранное покрытие. Соединения выполняются сваркой горячим воздухом с помощью автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ» (рис. 15.15).

Технология производства работ, аналогична изложенной ранее. Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм. Сварка швов представляет собой наварку нахлестки. Малая толщина мембраны позволяет избежать образования зон скопления атмосферных вод на кровле в области швов. Такое конструктивное решение стыка обеспечивает герметичность покрытия кровли и защищает стальной крепеж (дюбели, шурупы-саморезы) от атмосферных воздействий.

*Механическое крепление рулонов (полотнищ) ПВХ-мембран к несущей конструкции из стального профилированного настила* выполняется оцинкованными шурупами-саморезами и креплением термоклип. Крепление осуществляется в верхнюю часть волны профнастила следующим образом. В крепление термоклип встав-



ляют шуруп-саморез, и с помощью шуруповерта крепление термо-клип продавливают через водоизоляционный и пароизоляционный слои и закручивают шуруп в профнастил до полного прижатия фланца-уплотнителя к кровельному материалу. Шаг расстановки крепежа должен быть не менее 180 мм и не более 550 мм.

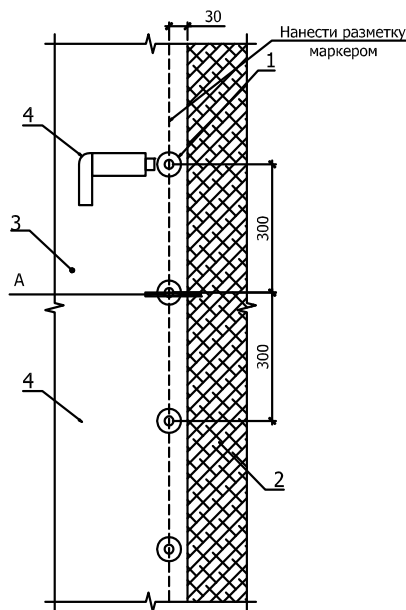


Рис. 15.17. Технологическая схема производства работ по механическому закреплению полотнищ ПВХ-мембраны:  
 1 – крепежный элемент; 2 – геотекстиль;  
 3 – ПВХ-мембрана; 4 – электроперфоратор

Схема крепления ПВХ-мембран к несущей конструкции из стального профилированного настила приведена на рис. 15.18.

Затем приступают к закреплению к основанию кровли следующего рулона (полотнища) ПВХ-мембран. Полотнище мембраны раскатывают вручную и укладывают, обеспечивая нахлестку на ранее закрепленное полотнище, по ширине рулона не менее 120 мм, вдоль (по длине рулона) – не менее 70 мм. По завершении механического закрепления всех полотнищ к основанию кровли на захватке (делянке) выполняют соединения сваркой горячим воздухом с помощью автоматического сварочного аппарата типа «ВАРИМАТ» (рис. 15.15).

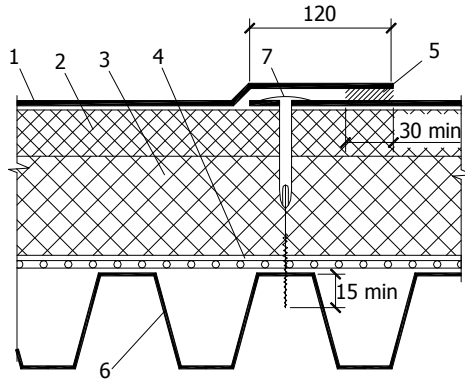


Рис. 15.18. Схема крепления ПВХ-мембран и утеплителя к несущей конструкции из стального профилированного настила:  
 1 – ПВХ-мембрана; 2 – теплоизоляционные плиты (верхний слой);  
 3 – теплоизоляционные плиты (нижний слой); 4 – пароизоляция;  
 5 – сварной шов; 6 – профнастил; 7 – шуруп-саморез

Схема организации рабочих мест кровельщиков при устройстве водоизоляционного ковра способом механического крепления мембраны к основанию дана на рис. 15.19.

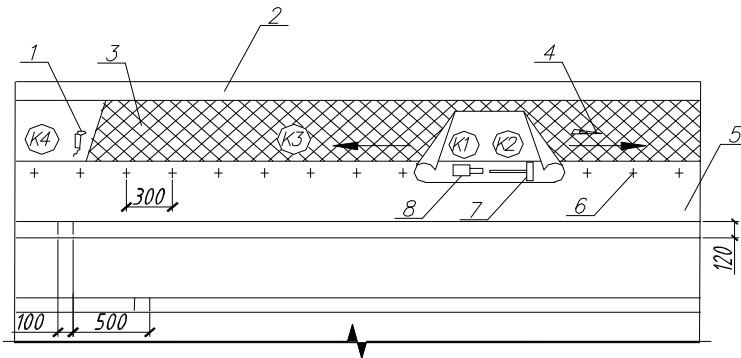


Рис. 15.19. Схема организации рабочих мест при устройстве водоизоляционного ковра:  
 1 – электроперфоратор; 2 – парапет; 3 – плиты утеплителя;  
 4 – нож; 5 – ПВХ-мембрана; 6 – крепежный элемент;  
 7 – прикаточный валик; 8 – сварочный аппарат;  
 К1–К4 – рабочие места кровельщиков

**Примыкания водоизоляционного ковра из ПВХ-мембраны к парапету (стенам)** выполняется так, чтобы полотнище мембраны заводилось на стену (парапет) на высоту не менее 350 мм и 100 мм на основной водоизоляционный ковер. В местах примыкания ПВХ мембраны к парапету (стенам) под нее укладывается подкладочный слой из геотекстильного полотна типа ИПС-Т-1000 (рис. 15.20).

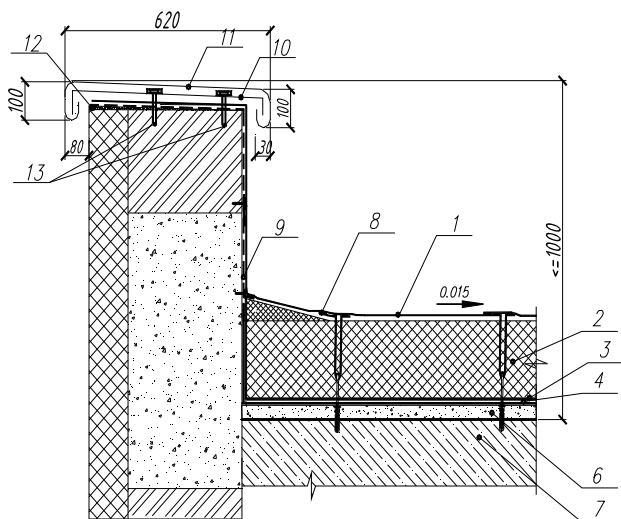


Рис. 15.20. Схема устройства примыкания водоизоляционного ковра к парапету:

- 1 – ПВХ-мембрана; 2 – минераловатный утеплитель; 3 – пароизоляция;
- 4 – нож; 5 – грунтовка (праймер); 6 – разуклонка из легкого бетона;
- 7 – несущая конструкция; 8 – сварной шов; 9 – геотекстиль; 10 – костыль;
- 11 – металлический лист ( $t = 0,5$  мм) с полимерным покрытием с фальцем;
- 12 – цементно-песчаная стяжка; 13 – дубель с шурупом

*Рекомендуется следующая технологическая последовательность устройства примыкания.* Край полотнища геотекстиля совмещают с отметкой (высотой) примыкания. Разматывая рулон геотекстиля сверху вниз, выполняют разметку и резку полотнища с помощью ножниц или ножа. Нижний край полотнища геотекстиля должен доходить до горизонтальной поверхности основного кровельного покрытия (мембраны). Затем с помощью дюбеля и алюминиевой рейки шириной 40 мм выполняется механическое закрепление ниж-

него края полотнища геотекстиля и мембраны. Следующей технологической операцией является закрепление геотекстиля и мембраны к парапету (стене). Для этого разматывают рулон полотнища мембраны от отметки (высоты) примыкания вниз, выполняют измерение и резку полотнища с учетом его нахлеста на основной водоизоляционный ковер не менее 100 мм. Непосредственно закрепление полотнищ геотекстиля и мембраны к парапету (стене) выполняют с помощью гнutoго алюминиевого профиля шириной 50 мм, который крепится с помощью дюбеля.

Соединение полотнищ ПВХ-мембраны основного водоизоляционного ковра и примыкания к парапету выполняется сваркой с помощью ручного аппарата горячего воздуха «Ляйстер TRUAK S».

Для обеспечения герметизации стыка гнutoго алюминиевого профиля со стеной (парапетом) сверху он заполняется полиуретановым герметиком с помощью выжимного пистолета.

## 15.7. Скатные крыши

### **Устройство деревянной стропильной системы.**

Основанием (несущей конструкцией) для устройства кровельных покрытий скатных кровель, как правило, является деревянная стропильная система, по которой укладываются изоляционные слои кровли – «кровельный пирог». *Устройство деревянной стропильной системы выполняется в следующей последовательности.* До укладки по каменным стенам мауэрлаты должны быть антисептированы и изолированы от стен рулонными материалами на негниющей основе. Мауэрлаты укладывают по уровню и выверяют по горизонтали. Затем укладываются нижние продольные прогоны. На участках контакта с каменными стенами они также должны быть обработаны и изолированы аналогично мауэрлатам. Следующим этапом монтажа стропильной системы является установка центральных стоек. Для создания жесткости их временно соединяют связями из досок. После завершения работ по монтажу стоек устанавливают верхние прогоны. Затем монтируют стропильные ноги.

**Установка мауэрлатов.** Закрепление мауэрлата в проектное положение рекомендуется выполнять с помощью сборной железобетонной балки, которая монтируется на кирпичную стену. Для восприятия мауэрлатом распора от стропильных ног к закладной дета-

ли сборной железобетонной балки приваривается стальной уголок 125×125 мм, к которому привариваются шпильки для непосредственного соединения с мауэрлатом. Шпильки устанавливаются с шагом 1000 мм. В мауэрлате под шпильки просверливаются отверстия. Под мауэрлат по металлическому уголку укладывается слой рулонного водоизоляционного материала (толь, пергамин и др.). Устанавливается мауэрлат в проектное положение по уровню. Выверяют его по горизонтали и фиксируют самоконтрящейся гайкой, под которую устанавливается стальная шайба. Общий вид крепления мауэрлата дан на рис. 15.21.

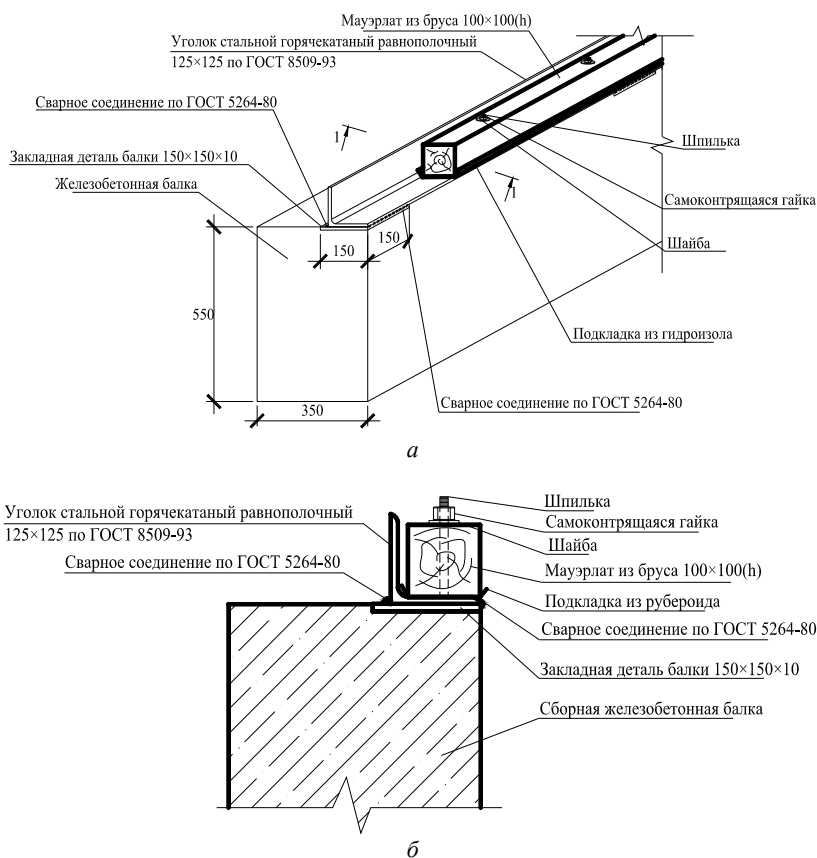


Рис. 15.21. Крепление мауэрлата к кирпичной стене:  
*а* – конструктивное решение; *б* – узел крепления

**Установка нижнего прогона.** После завершения работ по установке мауэрлата приступают к установке нижних прогонов. До их установки на кирпичную кладку внутренней несущей стены укладывают слой гидроизоляции из водоизоляционного рулонного материала. Нижний прогон крепится к стене с помощью анкеров, которые были установлены в кирпичную кладку в процессе ее возведения. В проектное положение он устанавливается по уровню. Конструктивное решение крепления нижнего прогона к кирпичной кладке дано на рис. 15.22.

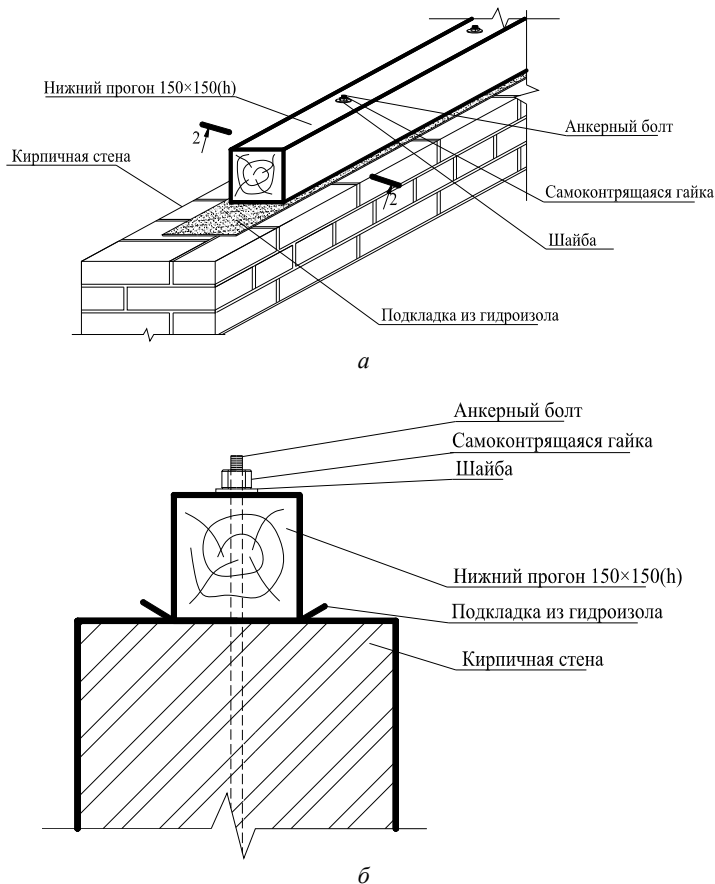


Рис. 15.22. Крепление нижнего прогона к кирпичной стене:  
*а* – конструктивное решение; *б* – узел крепления

Далее по нижнему прогону устанавливаются центральные стойки. В качестве средств подмачивания при работе на высоте для установки стоек используется вышка Тура строительная типа ВСП-300/0,7. Первоначально устанавливаются две первые стойки. На первом этапе они крепятся к нижнему прогону с помощью уголков с фиксацией их шурупами. Затем их дополнительно крепят к нижнему прогону с помощью деревянных накладок на гвоздях. Для обеспечения устойчивости установленные стойки попарно между собой временно соединяют связями из досок. Схема технологической последовательности установки центральных стоек дана на рис. 15.23.

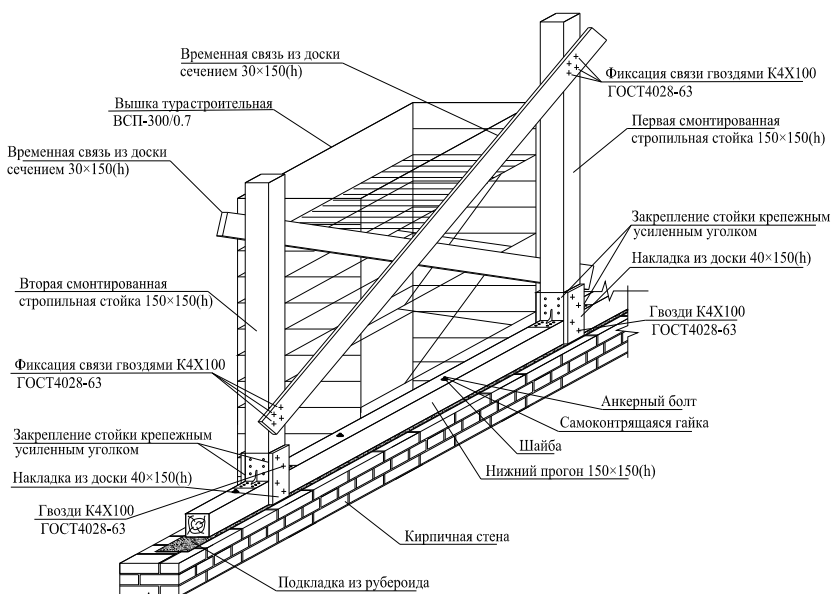


Рис. 15.23. Схема технологической последовательности установки центральных стоек

По завершении работ по установке стоек **устанавливают коньковые прогоны**. В качестве средств подмачивания при работе на высоте для установки конькового прогона используется вышка Тура строительная ВСП-300/0,7. Перед тем как установить коньковый прогон на опорные стойки в торцы стоек устанавливают нагели из стеклопластика диаметром 15 мм. На коньковом прогоне размеча-

ются места расположения нагелей, и с помощью электродрели высверливают под них отверстия на половину их длины. В процессе установки конькового прогона на опорные стойки контролируется правильность его установки с помощью уровня. После завершения выверки коньковый прогон в проектном положении фиксируется деревянными накладками с двух сторон.

Схема технологической последовательности установки конькового прогона изображена на рис. 15.24.

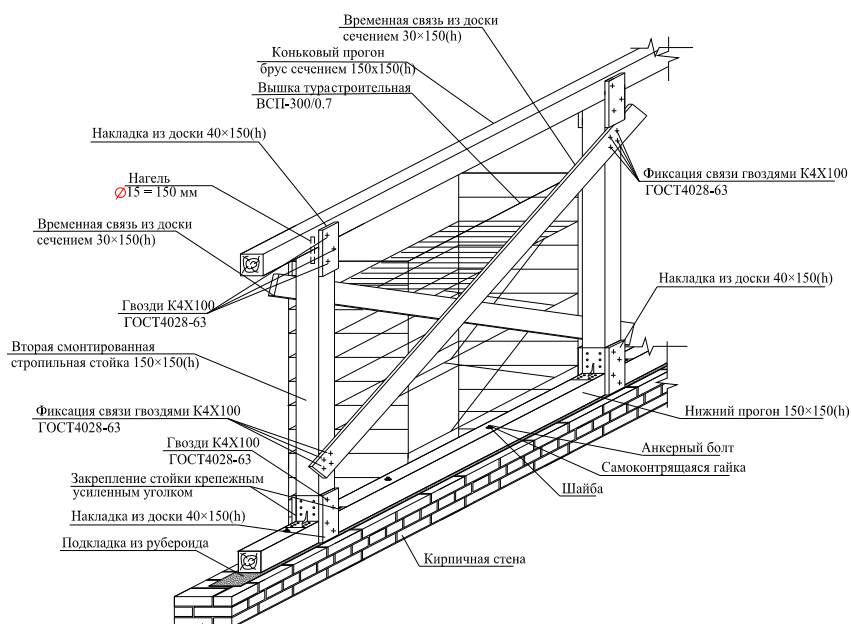


Рис. 15.24. Схема технологической последовательности установки конькового прогона

**Перед монтажом стропильных ног** на мауэрлате и на коньковом прогоне размечается риской положение стропильных ног с определенным шагом (по проекту). В стропильной ноге дисковой электропилой нарезаются пазы для опирания ее на мауэрлат и коньковый прогон. На нижней грани стропильной ноги пробивается стальными гвоздями опорный брусок сечением  $60 \times 50(h)$  для дальнейшего упора в мауэрлат. В мауэрлате выбирают посадочные гнезда. Торцы



стропильных ног размечаются по центру вертикальной линией. Места сопряжения стропильных ног дополнительно антисептируют. Первыми монтируются стропила по торцам здания, по конькам которых выверяют остальные стропила. Первая смонтированная в пролете стропильная конструкция крепится в коньке расчалками. Следующие монтируемые конструкции крепятся к смонтированным ранее, раскрепляя их временными связями. После монтажа и выверки проектного положения стропильных ног их закрепляют в коньке накладкой из доски  $40 \times 150(h)$  стальными гвоздями (рис. 15.25).

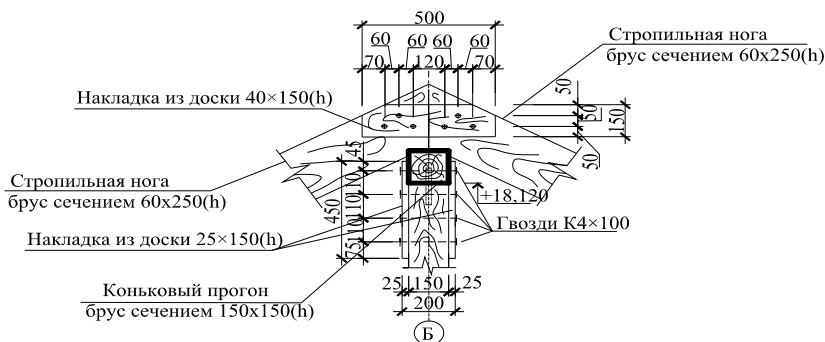


Рис. 15.25. Узел опирания стропильных ног на коньковый прогон

После установки и закрепления в проектном положении каждая пара стропильных ног раскрепляется для обеспечения устойчивости с помощью временных связей-распорок. Связи-распорки выполняется из досок и устанавливаются по верхней грани стропильных ног с шагом 2000 мм вдоль пролета стропильной ноги. Расчалки и временные связи-распорки снимаются после монтажа проектных элементов жесткости, обеспечивающих пространственную устойчивость стропильных конструкций. В качестве средств подмащивания при работе на высоте для установки стропил используется вышка Тура строительная ВСП-300/0,7.

Схема технологической последовательности установки стропильных ног приведена на рис. 15.26.

После монтажа стропильных ног приступают к **установке затяжек и подкосов**. Перед тем как установить подкос с двух сторон, он подрезается дисковой электропилой. К стропильной ноге к ниж-



При монтаже стропильной системы из *блоков заводского изготовления* рекомендуется соединения в узлах конструктивных элементов, составляющих монтируемый блок, выполнять из металлических зубчатых пластин (МЗП). МЗП должны устанавливаться в узлах конструкций симметрично по отношению ко всем стыкуемым элементам. Площади, перекрываемые пластинами на каждом из соединяемых элементов, должны быть не менее 50 см<sup>2</sup>. Расстояние крайних зубьев пластин от кромок и обреза торцов элементов должно быть не менее 10 мм, вдавливание зубьев пластин в древесину должно быть на всю их глубину, примыкание пластин к древесине должно быть плотным по всей площади.

### **Устройство кровельных покрытий скатных кровель.**

**Асбестоцементные профилированные листы с полимерным покрытием** применяют на кровлях с уклоном более 27 % по деревянной обрешетке. Обрешетку устраивают из брусков сечением 60×60 мм, установленных с шагом 530 мм.

*Рекомендуется следующая последовательность укладки листов в покрытие.* Первый лист укладывают по шнуру вдоль ската, начиная от карниза, без обрезки углов. Затем на гребне второй волны с правой стороны листа ручной дрелью (с диаметром сверла на 1–2 мм больше диаметра гвоздя) сверлят отверстие на расстояние 80–100 мм от нижней кромки. Лист через отверстие прибивают к карнизному свесу шиферным гвоздем с прокладкой из резины, толя или рубероида, не добивая гвоздь до отказа на 2–3 мм. Далее кровельщик укладывает на место второй лист продольного ряда (от первого ряда к концу), точно устанавливает лист с отрезанным ножницами (рис. 15.28) углом по месту. Сверлит отверстие на второй волне справа на середине нахлестки второго листа на первый (на расстоянии 60 мм от нижней грани второго листа) и прибивает его к обрешетке шиферным гвоздем с рубероидной прокладкой, не добивая гвоздь до отказа на 3–4 мм. Таким же образом обрабатывают следующие листы первого продольного ряда и прибивают их к обрешетке.

В покрытие волнистые листы укладывают в определенной последовательности: в поперечном направлении – справа налево (обращаясь лицом к коньку) с перекрытием одного листа другим на одну волну; в продольном направлении – снизу вверх с перекрытием нижеуложенного ряда вышеукладываемым на 140 мм при уклоне до 33 %. Листы в ряду удобнее укладывать справа налево, причем

учитывают направление господствующих в данном районе ветров, чтобы открытые кромки продольных стыков были обращены на подветренную сторону.

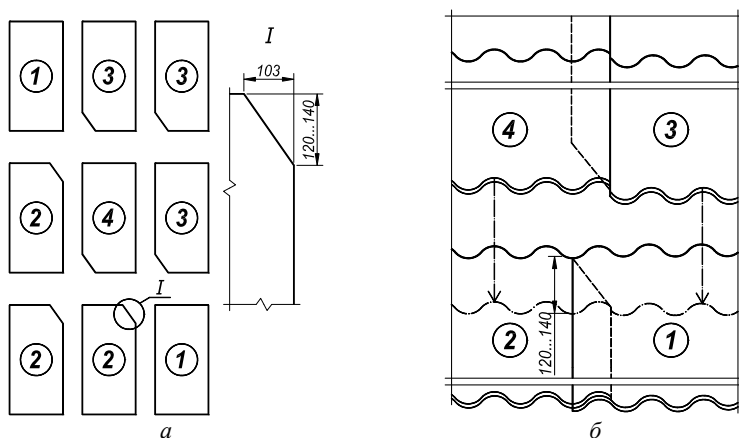


Рис. 15.28. Схема последовательности укладки волнистых листов  
*a* – последовательность обрезки листов при укладке справа налево;  
*б* – соединение четырех листов продольно-поперечной нахлесткой;  
*I* – угловой лист; 2 – сливной и фронтоновый листы;  
 3 – фронтоновый и коньковый листы; 4 – рядовой лист

Покрывать крышу с нахлесткой волнистых листов можно двумя способами: со смещением продольных кромок листов на одну волну по отношению к таким же кромкам листов ранее уложенного ряда; с совмещением продольных кромок листов во всех вышеукладываемых рядах. Для укладки по первому способу заготавливают необходимое количество листов, обрезанных на одну, две, три и четыре волны. В этом случае линия стыков листов на скате в продольном направлении будет ступенчатой. При укладке вторым способом в листах обрезают лишь углы, тогда линия стыковки листов на скате по продольным кромкам будет прямой (рис. 15.29, *a*). Листами ВО с обрезкой волн рекомендуется покрывать относительно узкие по уклону, но длинные в поперечном направлении скаты. Широкие по уклону, но короткие в поперечном направлении скаты покрывают листами ВО со срезанными углами. Крепят листы на обрешетке гвоздями, шурупами (рис. 15.29, *б*) и частично противоветровыми

скобами (рис. 15.29, в). В районах, где сила ветра превышает восемь баллов, листы устанавливают на шурупах и скобах. В карнизном ряду скобы ставят по шнуру из расчета по две на лист.

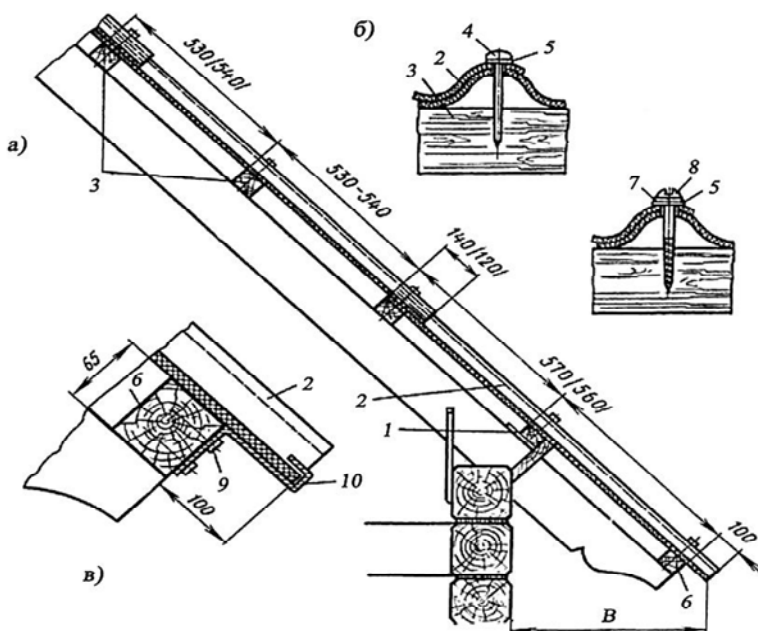


Рис. 15.29. Укладка и крепление волнистых листов:  
*а* – продольный разрез ската; *б* – крепление листов;  
*в* – дополнительное крепление листов на карнизе;

- 1 – уравнивательная планка; 2 – волнистый лист; 3 – обрешеточный брус;  
 4 – гвоздь; 5 – резиновая шайба; 6 – карнизный брусок; 7 – шайба;  
 8 – шуруп; 9 – гвоздь; 10 – противоветровая скоба (цифры в скобках относятся к укладке обрешетки при уклоне ската менее 58 %);  
 В – вылет свеса

Обрешетку крыши выполняют с таким расчетом, чтобы на нее можно было уложить целое число листов, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Если это невозможно, в кровлю вводят обрезанные листы, которые в поперечных рядах укладывают предпоследними у фронтового свеса, а в продольных – у конька. Чтобы не обрезать листы, можно увеличить или уменьшить свесы кровли на фронтонах, а также изменить величину выноса карнизного свеса.

*Рекомендуется следующая технологическая последовательность производства работ.* При входном контроле листов проверяют их внешнее состояние, длину и ширину. Затем обрезают их углы или продольные полосы. Отверстия, как правило, сверлят по месту ручной или электрической сверлильной машиной. Диаметр сверла должен быть на 2 мм больше диаметра гвоздя или шурупа. Размечают углы на листах следующим образом. Кровельщики из досок сами делают стусло и в нем по рекомендуемым размерам делают прорези. Лист укладывают так, чтобы отрезаемый угол упирался в бортики стусла, а затем ножовкой с мелкими зубьями отрезают угол. Более производительно эта операция выполняется с помощью дисковой электропилы ИЭ-5102В. Листы в пакете плотно прижимают один к другому с помощью трубки или тяжелого предмета, укладываемого на пакет сверху, а затем обрезают. Очередной лист, укладываемый в ряд, своей продольной кромкой должен накрывать волну ранее уложенного листа. Его нижняя волнистая сторона должна вплотную подойти к натянутому шнуру, а угловой срез – сомкнуться с таким же срезом на смежном листе. После этого на гребне второй волны у нижнего края листа, над бруском обрешетки, сверлят отверстие. Гвоздь с надвинутой на него резиновой шайбой, обмазанной с обеих сторон густым окрасочным составом на натуральной олифе, вставляют в отверстие на гребне волны и ударами молотка забивают в брусок. Гвоздь перестают забивать, когда из-под шайбы выступит излишек окрасочного состава. Этим составом приштамповывают головку гвоздя и шайбу, которые после высыхания окрашивают масляным окрасочным составом под цвет уложенных листов.

Длина и ширина листов ВО могут отличаться от номинальных размеров в пределах допусков, поэтому взаимное расположение листов с обрезанными углами может быть различным. Чтобы угловые срезы плотно прилегали один к другому, их при необходимости подгоняют шерхебелем или расшпилем в процессе укладки.

Покрытие волнистыми листами получается неплотное, так как листы в местах сопряжений криволинейных поверхностей образуют серповидные зазоры, через которые в чердачное помещение проникает снег или дождевая вода. Чтобы этого не было, зазоры, превышающие 7 мм, в местах соединений промазывают мастикой УМС-50 или холодной сметанообразной мастикой Михайлевского. Состав мастики Михайлевского, % по массе: вяжущее вещество (битум

марки БН-90/10) – 4; растворитель (соляровое масло) – 28; наполнитель (известь-пушонка) – 12; волокнистый наполнитель – 13. Мастику наносят на перекрываемые полосы деревянным шпателем. Толщина слоя мастики 5–6 мм, ширина в поперечных соединениях – 30–40, в продольных – 60–70 мм.

Для обеспечения качества выполнения асбестоцементного покрытия скатной крыши и снижения его трудоемкости рекомендуется следующая **организация работ**. На крышу волнистые листы доставляют в контейнерах краном (рис. 15.30, а). На рабочем месте кровельщиков асбестоцементные листы складированы на инвентарных сборно-разборных площадках (рис. 15.30, б).

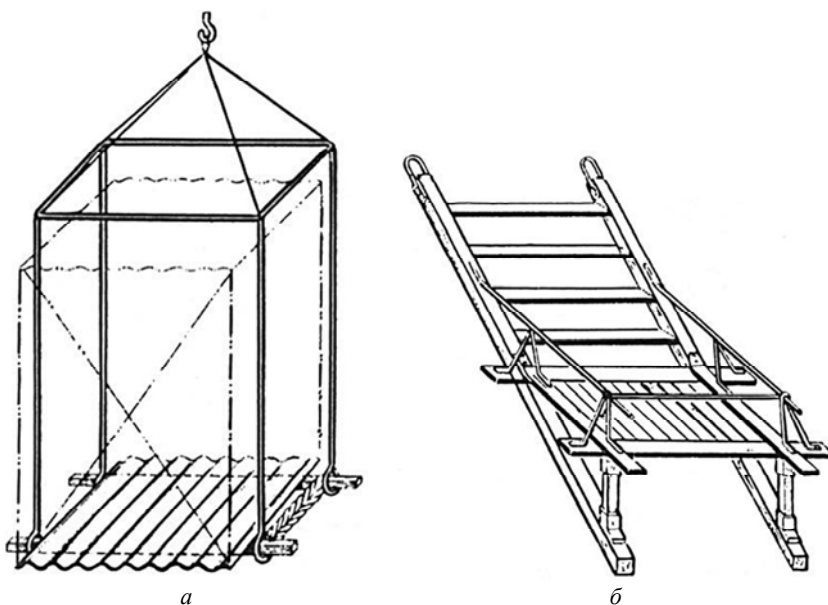


Рис. 15.30. Приспособления для производства работ:  
а – контейнер для подачи кровельных листов на рабочее место кровельщиков;  
б – инвентарная сборно-разборная площадка для складирования листов на скатной кровле

Для обеспечения безопасных условий работы кровельщиков на высоте рекомендуется следующая организация рабочего места (рис. 15.31).

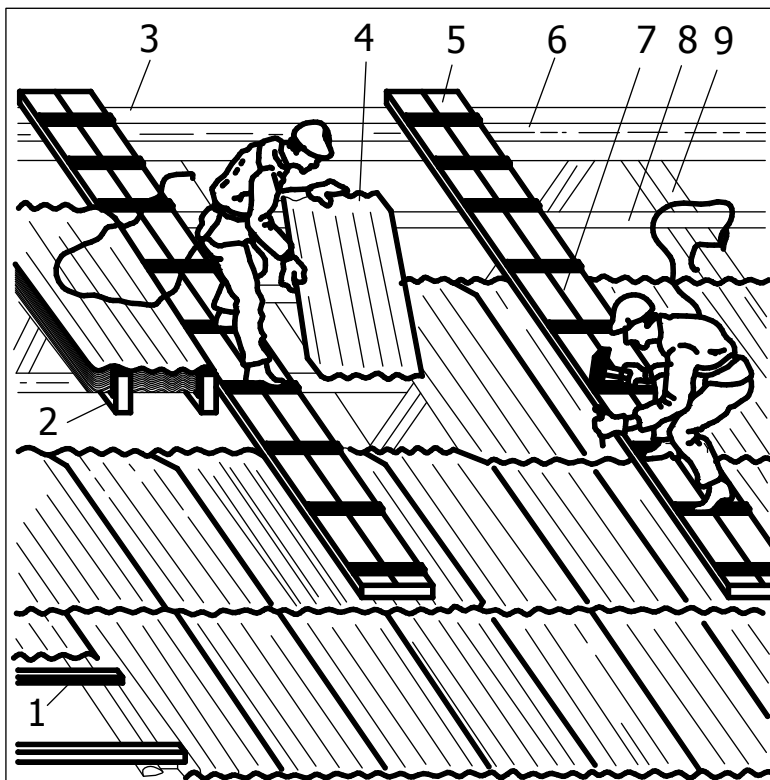


Рис. 15.31. Организация рабочего места звена кровельщиков:  
 1 – уравнильная планка; 2 – площадка с запасом волнистых листов;  
 3 – коньковый брусок; 4 – укладываемый волнистый лист;  
 5 – ходовой мостик; 6 – приконьковый брусок обрешетки;  
 7 – электрическая сверлильная машина;  
 8 – брусок обрешетки; 9 – стропильная нога

**Кровля из металлочерепицы.** Металлочерепица – кровельный материал, представляющий собой прокатный стальной оцинкованный лист толщиной 0,5 мм с полимерным (пластиковым) покрытием, имеющим черепичный рисунок и выполненный методом роликовой обработки. После прокатки стальной лист подвергается с обеих сторон горячей оцинковке. На оцинкованные поверхности с обеих сторон наносится методом пассивирования защитная краска – праймер и затем слой пластика, это может быть акрил, полиэфир,



поливинилхлорид, пластизол. Любые возможные царапины можно закрасить аэрозольной краской того же цвета. Листы имеют различные цвета: белый, серый, желтый, красный, коричневый, синий, зеленый. Для разрезания листов используют кровельные ножницы, пилы с упрочненными режущими поверхностями.

Это может быть также стальной лист, облицованный сплавом стали, алюминия, цинка и кремния. Все гофрированные складки черепичного рисунка одинаково высокие и округлые, независимо от того, в какой части ската крыши они расположены. Обычная длина листов – до 7 м, ширина – 1,1–1,2 м (с шагом 1 м). В комплект изделий входят разжелобочные, коньковые и карнизные элементы, различные торцевые детали. Крепление коньковых элементов к нижнему кровельному листу осуществляют с помощью самозавинчивающихся болтов с уплотнением или шурупов.

Профильные листы металлочерепицы поставляются на строительные объекты с заводов по предварительно заявленным размерам, которые устанавливаются в результате тщательных обмеров скатов крыш. Форма крыши (односкатная, двухскатная, вальмовая и др.) влияет на требуемые размеры длины заявленных профильных листов. Лист металлочерепицы укладывают на обрешетку так, чтобы край ее выступал наружу от карниза на 40 мм. Это нужно для того, чтобы на коньке после укладки конькового элемента образовалась вентиляционная щель. Очень важное условие для последующего монтажа: не должно быть перекосов при устройстве стропил и обрешетки; скаты должны иметь строго прямоугольную форму. В этом случае всегда может быть гарантировано качество монтажа листов и легко подсчитать требуемое количество листов металлочерепицы, зная их стандартную ширину.

*Одним из основных требований к конструкции крыши из металлочерепицы является необходимость устройства гидроизоляционного слоя из рулонного материала под обрешеткой для обеспечения вентиляции. При таком расположении гидроизоляционного слоя воздух будет беспрепятственно проходить от карниза до конька. В некоторых случаях может потребоваться устройство дополнительной обрешетки под рулонную гидроизоляцию.*

Поступающие на строительный объект листы металлочерепицы можно хранить в заводской упаковке в течение 1 месяца, обеспечив при этом ровную поверхность для исключения деформации листов.

Рекомендуется под каждый лист уложить деревянную подкладку с шагом около 0,5 м.

**Технология производства работ.** Началу устройства кровель из металлочерепицы предшествуют замеры скатов с установлением перпендикулярности торцов крыши по отношению к линиям конька и карнизов. Обрешетку под листы металлочерепицы выполняют из досок сечением 32×100 мм с зазором между ребрами 350 мм, что соответствует размеру между ребрами металлочерепицы. Если размер поперечных ребер металлочерепицы иной, например 400 мм, то и обрешетку устраивают соответственно. На карнизах расстояние от наружного края карнизной доски – 300 мм (рис. 15.32). Доски на торцевых участках и доски ребристой обшивки, выходящие на карнизы, должны быть расположены выше других досок. Края листов металлочерепицы должны быть закрыты сплошной обшивкой из досок для их прочного закрепления.

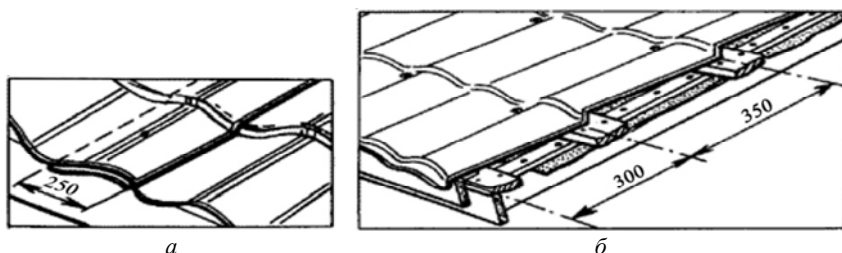


Рис. 15.32. Разметка укладки листов металлочерепицы:  
а – места нахлестов; б – установка самонарезающих винтов

Монтаж листов металлочерепицы начинают с торцевых участков. Сначала у края карниза следует закрепить направляющую доску. От нее будет направляющая линия. Целесообразно вначале 3–4 листа закрепить одним шурупом на коньке и выровнять по карнизу. Затем закрепить окончательно сначала первый лист и прикрепить у конька, затем второй лист. Крепление нахлеста выполняется шурупом по верху волны. Канавка на крае каждого листа должна быть закрыта соседним листом. Край с канавкой каждого следующего листа укладывают под ранее уложенный, предыдущий закрепленный лист, который удерживает монтируемый лист (если монтаж начать с левого торца).

Для закрепления листов металлочерепицы к обрешетке рекомендуется использовать самозавинчивающиеся болты А 4,9×27 с уплотнениями или самонарезающие шурупы с уплотнительной шайбой (6 шурупов на 1 м<sup>2</sup>). Отверстия для болтов предварительно сверлят дрелью. Болты следует устанавливать перпендикулярно к листам на каждую вторую гофрированную складку, на дно канавки и на нижнюю сторону поперечной складки. Все дальнейшие нахлестки выполняют у поперечной границы листа. Длина нахлестки составляет примерно 250 мм. Места нахлеста закрепляют на болтах или шурупах.

Конек закрывают специальными коньковыми элементами с уплотнением. Они имеют полуцилиндрическую форму и хорошо укладываются на верхние концы профильных листов металлочерепицы (рис. 15.33). Торцевые элементы закрывают кровлю от попадания дождя и ветра.

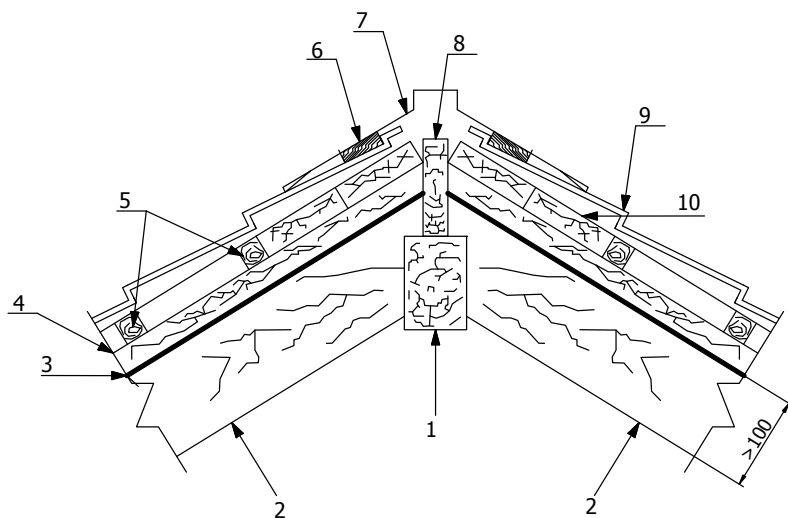


Рис. 15.33. Конструктивное решение конькового элемента:

- 1 – коньковый прогон; 2 – стропильная нога; 3 – гидробарьер;
- 4 – контррейка; 5 – обрешетка; 6 – уплотнитель универсальный;
- 7 – конек К-1; 8 – доска; 9 – металлочерепица; 10 – сплошная доска

Для исключения образования конденсата на холодной внутренней поверхности металлочерепицы следует создать условия для

вентиляции под кровлей от карниза до конька. Защита древесины обрешетки от увлажнения конденсатом решается размещением под обрешеткой гидроизоляционных рулонных материалов. Ендову кровли из металлочерепицы выполняют с помощью специального разжелобочного элемента.

На обшивку, находящуюся внизу, монтируют промежуточную конструкцию. На эту конструкцию прикрепляют на болтах разжелобочный элемент. Зазоры между металлочерепицей и разжелобочным элементом, а также под коньком во всех местах, где есть неплотности или зазоры, герметизируют с использованием любого силиконового и другого отверждающегося герметика.

При обрезке листа или при сверлении образовавшуюся металлическую крошку необходимо смести, чтобы не испортить покрытие. Во время монтажа следует ходить в обуви с мягкой подошвой и наступать только в местах обрешетки и в прогиб волны. Для выхода на крышу в листах металлочерепицы имеется элемент с отверстием, выполненный из стеклопластика, внешний вид и рисунок которого такой же, как и у листа металлочерепицы.

Для устройства кровли из металлочерепицы требуется 30 различных комплектующих изделий. Кроме того, необходима лестница для подъема на крышу, переходные мостки, лестница на крыше, водосточные трубы, крюки под желоба. Листы металлочерепицы поставляют по размерам. Длина листа каждого типа должна быть равной длине ската плюс карниз. Для обеспечения полного монтажа и надежности кровли заводы поставляют на объект большое разнообразие комплектующих элементов, таких как конек прямоугольный; конек полуцилиндрический, торцевой элемент конька, торцевые элементы карнизов наружных и внутренних углов, конструкции листов для выхода на крышу и др. (рис. 15.34).

#### **Устройство скатной кровли из композитной черепицы «Luxard».**

Композитная черепица «Luxard» – это кровельный материал на основе горячеоцинкованной стали, с двух сторон защищенной алюмоцинком. Выпускается она в виде панели шестиволновой формы, имитирующей по внешнему виду натуральную черепицу. Размер панели «Классик» 415×1350 мм, размер панели «Роман» 430×1330. Масса панели чуть более 3 кг. Композитная черепица «Luxard» рекомендуется для крыш с уклоном от 120 до 900. Строение композитной черепицы «Luxard» по слоям дано на рис. 15.35.

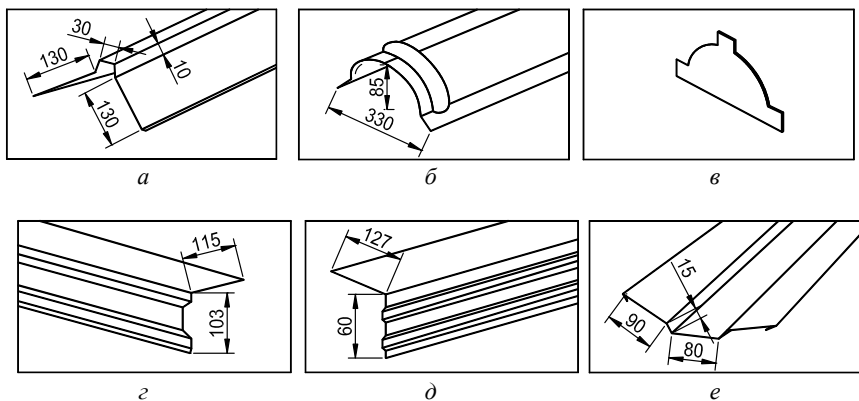


Рис. 15.34. Основные конструктивные доборные элементы для кровли из металлочерепицы:  
*a* – коньковый элемент; *б* – коньковый элемент с полукруглым профилем;  
*в* – торцевой элемент конька; *г* – торцевой элемент к рядовым листам;  
*д* – карнизный элемент; *е* – элемент ендовы

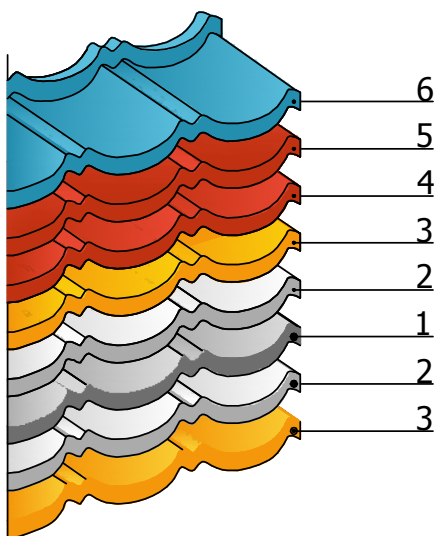


Рис. 15.35. Строение композитной черепицы «Luxard» по слоям:  
*1* – высококачественный стальной лист; *2* – алюмоцинковый слой;  
*3* – защитное покрытие SPT; *4* – акриловый грунт;  
*5* – керамзированные гранулы; *6* – УФ-стойкий защитный лак

Раскройку композитной черепицы следует вести при помощи ножовки или ножниц по металлу, электролобзиком или ручной дисковой электропилой с твердосплавными режущими зубьями. Использование угловой шлифовальной машинки с абразивными кругами (болгарка) категорически запрещается. Механические повреждения защитного слоя при температуре наружного воздуха выше 5 °С устраняются при помощи ремкомплекта (грунт, базальтовая посыпка, лак). Транспортирование и хранение ремкомплекта при температуре наружного воздуха ниже 5 °С не допускается.

Для хождения по крыше используют мягкую (обрезиненную) обувь. При этом наступать на готовую кровлю разрешается только в нижней части волны кровельной панели.

*Технология производства работ.* Первой технологической операцией является укладка защитной пленки. Пленку раскатывают горизонтальными полосами по плоскости скатов и с помощью строительных степлеров фиксируют к стропилам. В зоне ендовы пленку заводят с одной плоскости ската относительно оси ендовы на другую плоскость ската на величину не менее 30 см. Аналогичных перехлест выполняют и с противоположного ската кровли. Затем приступают к монтажу шаговой обрешетки. Поперечное сечение брусков шаговой обрешетки принимается в зависимости от шага стропил. При шаге стропил до 1000 мм принимают бруски сечением 50×50 мм с относительной влажностью древесины не более 20 %. Монтаж обрешетки рекомендуется выполнять снизу вверх. Нижний брус обрешетки устанавливают с отступом 50 мм от свеса контрообрешетки. Последующие ряды монтируют с постоянным шагом. Для панелей «Классик» шаг равен – 367 мм, для панелей «Роман» – 370 мм. Последний брус шаговой обрешетки (в коньковой части) не доводится до оси конька на 20 мм.

Перед монтажом кровельного покрытия «Luxard» устанавливают деревянные подложки под крепления водосборных желобов (крюков). Монтаж панелей «Luxard» выполняют снизу вверх. Крепят панели специальными гальванизированными гвоздями либо саморезами. Гвозди и саморезы в основание панелей устанавливают под углом 60° к плоскости ската в месте соприкосновения волны с шаговой обрешеткой. Вышележащие ряды панелей монтируются с разбежкой швов.

*При монтаже необходимо учитывать преобладающее направление ветра и крепление панелей выполнять с противоположной*

стороны преобладающих ветров, за исключением панелей «Роман», которые всегда монтируют слева направо.

### Кровли из гибкой черепицы SHINGLAS.

Гибкая черепица SHINGLAS (мягкая черепица, битумная черепица) является штучным материалом, представляющим собой плоские листы (гонты) размерами 1000×335 мм с фигурными вырезами по одному краю (один лист имитирует 3–5 черепиц). Основой гибкой черепицы является стеклохолст плотностью 110 г/м<sup>3</sup>, который обеспечивает заданную геометрическую форму плиткам штучного материала. В процессе производства мягкой черепицы стеклохолст пропитывают битумом. С наружной стороны плиток черепицы выполняется минеральная посыпка из базальтовых керамизированных цветных гранул. Основные функции посыпки: защита битума от воздействия ультрафиолета, защита материала от механических повреждений. Использование гранул различных цветов позволяет получить оригинальные цветовые решения скатной кровли. Строение гибкой черепицы по слоям дано на рис. 15.36.

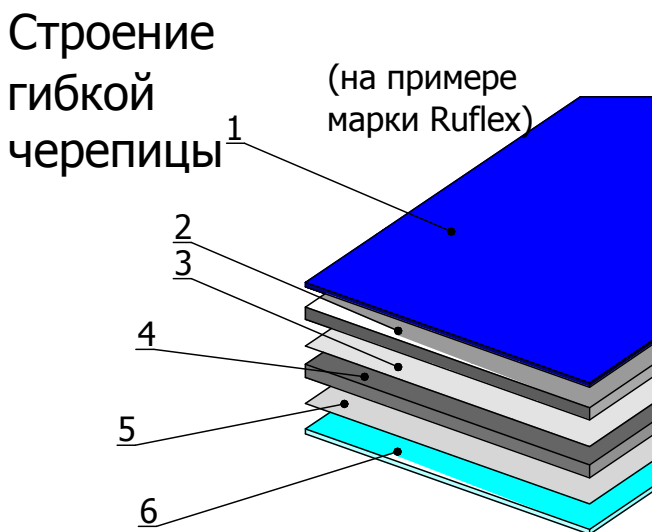


Рис. 15.36. Строение гибкой черепицы:

1 – цветные каменные гранулы; 2 – SBS-модифицированный битум высшего качества; 3 – стеклохолст повышенной прочности; 4 – самоклеющийся слой; 5 – силиконизированная легкоудаляемая пленка

*Гибкая черепица, по сравнению с металлочерепицей, имеет высокие шумопоглощающие характеристики. Она является абсолютно коррозионно стойким материалом, что позволяет выполнять работы на кровле без всяких ограничений и дополнительных технологических операций по защите кромок гибкой черепицы.*

*Технология производства работ.* Основанием под кровлю из гибкой черепицы SHINGLAS является деревянная обрешетка, по которой выполняется сплошной настил из листовых водостойких материалов (фанера марки ФСФ, плита ОСП-3 и др.). Монтаж сплошного настила (фанера ФСФ, ОСП-3) рекомендуется вести с разбежкой швов и крепить саморезами. При монтаже сплошного настила при отрицательных температурах наружного воздуха между листами необходимо оставлять зазор 3 мм для компенсации линейного удлинения материалов в теплое время года. Карнизный свес кровли усиливают металлическими карнизными планками. Они укладываются ребром на край сплошного основания и крепятся специальными кровельными гвоздями в шахматном порядке с шагом 120–150 мм, а в местах нахлеста (стыка) планок шаг – 20–30 мм.

При углах ската кровли 12–18° под гибкую черепицу SHINGLAS укладывается подкладочный слой (дополнительный гидроизоляционный ковер), который закрепляется к сплошному настилу специальными кровельными гвоздями. В ендовах и на карнизных свесах подкладочный слой выполняется из самоклеющегося битумно-полимерного материала. При углах ската кровли более 18° дополнительный гидроизоляционный ковер (подкладочный слой) монтируется в местах наиболее вероятных протечек: карнизный свес, фронтонный свес, ендовы, ребра скатов, коньки кровли. На этих участках укладывается с механическим креплением подкладочный материал шириной полосы 500 мм. Укладка дополнительного гидроизоляционного ковра (подкладочный слой) ведется снизу вверх в направлении поперек ската с нахлестом 100 мм в поперечном направлении и 150 мм – в продольном. Крепление подкладочного слоя к основанию выполняется специальными оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой через каждые 200–250 мм. Места нахлеста промазывают битумной мастикой. В местах выходов на кровлю монтируется подкладочный материал размером 100×100 см, который закрепляется по периметру специальными кровельными гвоздями с шагом 200–250 мм.



До начала производства работ по укладке кровельных плиток вдоль фронтовых и карнизных свесов необходимо установить фартуки из оцинкованной кровельной стали. На наклонные отвороты фартуков горячей мастикой должны быть наклеены полосы битумно-полимерного рулонного материала шириной 300 мм и закреплены к обрешетке гвоздями.

Как показывает практика, трудоемкость технологического процесса крепления рядовой черепицы к основанию существенно снижается, если предварительно выполнить разметку расположения рядов плитки SHINGLAS на скатах кровли (рис. 15.37).

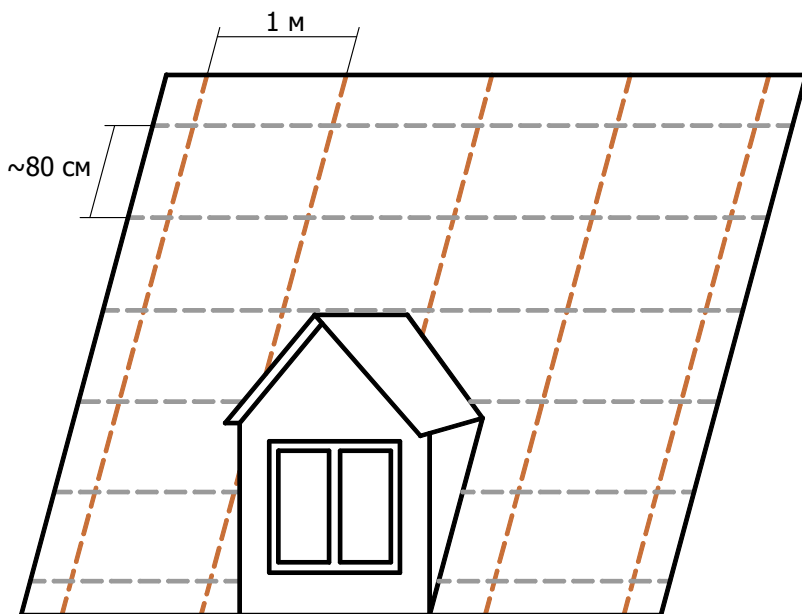


Рис. 15.37. Разметка ската

Крепление гибкой черепицы на крыше начинают с нижнего ряда (стартовой полосы). В качестве стартовой полосы применяется универсальная коньково-карнизная черепица. Она наклеивается поверх металлических карнизных планок, отступая от места перегиба 1–2 см, и закрепляется к сплошному настилу специальными оцинкованными гвоздями с широкими шляпками.

Затем на крыше фиксируется *первый ряд черепицы*. При укладке необходимо следить, чтобы стык карнизной черепицы (стартовой полосы) не совпадал со стыком черепицы первого ряда. При длинных скатах кровли рекомендуется установку первого ряда выполнять с центра ската, так как это более удобно для нивелирования по горизонтали.

*Второй ряд* монтируется с центра ската, смещаясь влево или вправо на половину лепестка. SHINGLAS фиксируется таким образом, чтобы нижний край лепестков находился на одном уровне с верхним краем вырезов черепицы.

*Третий и последующие ряды* смещаются относительно ранее закрепленных рядов черепицы на половину лепестка влево или вправо в зависимости от выбранного первоначального направления. Монтаж необходимо производить диагональными полосами, начиная с центра ската, в виде пирамиды или полосы.

Каждый последующий ряд плиток необходимо укладывать с нахлесткой на половину ширины ранее уложенного ряда плитки.

Гвозди следует прибивать таким образом, чтобы шляпка находилась в одной плоскости с поверхностью гибкой черепицы, а не врезалась в нее. Черепицу прибивают, отступая от края листа 2–3 см. При угле наклона кровли до 45° на один лист (гонт) рядовой черепицы прибивают 4 кровельных гвоздя, при угле более 45° – 6 гвоздей. Тыльная сторона плиток промазывается мастикой и приклеивается к основанию.

Для всех вариантов кровель, где применяется битумно-полимерная плитка SHINGLAS, обязательным условием является необходимость обеспечить вентиляцию кровли в соответствии с указаниями проекта.

Наряду с битумно-полимерной плиткой SHINGLAS все большее применение находит *плитка «Ондулин Шинглс»*, состоящая из: основы – стекловолокна, пропитанного битумом; защитного верхнего покрытия – минеральной посыпки, защитного покрытия снизу – кремниевого песка. Размер полосы «Ондулин Шинглс» 91,5×3,05 см. На 1 м<sup>2</sup> ската кровли уходит 8,6 полос, общая масса 1 м<sup>2</sup> – 9,78 кг. Эти мягкие битумные листы имеют различную форму и 12 различных цветов. Отличаются тем, что для быстрой установки имеют самоклеящиеся полосы.

### **Техника безопасности при выполнении кровельных работ.**

Для обеспечения безопасных условий труда при выполнении кровельных работ необходимо соблюдать следующие нормы и правила.

До начала работ на кровле необходимо установить границу опасной зоны у возводимого здания. Опасная зона должна быть ограждена; ширина ее – не менее 2 м. К производству работ на кровле допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр, инструктаж по технике безопасности и имеющие удостоверение кровельщика. При подаче материалов на крышу должен быть выставлен сигнальщик. Между ним и машинистом крана должен быть установлен порядок обмена условными сигналами.

Рабочие допускаются на крышу для проведения работ после осмотра прорабом или мастером совместно с бригадиром исправности несущих конструкций крыши (стропил и обрешетки) и ограждений. При выполнении работ на крыше рабочие должны применять предохранительные пояса, испытанные на нагрузку 300 кг в течение 5 минут. Места закрепления предохранительных поясов указываются мастером или прорабом. Запрещается крепление страховочного каната за бруски обрешетки. При конструкции основания кровли со сплошным настилом страховочный трос должен быть надежно закреплен на коньке скатов или, при большой длине ската, в месте, установленном разработанной технологической картой. При решетчатом основании кровли закрепление рабочих возможно при помощи страховочного каната за стропильные конструкции (не за обрешетку). Узлы крепления предохранительных поясов должны быть разработаны в ППР. Для перемещения рабочих на крышах с уклоном более 20°, а также на крышах с покрытием, не рассчитанным на нагрузки от веса работающих с инструментом, необходимо устраивать ходовые трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. При работе на плоских кровлях и пологих с уклоном до 10 %, не имеющих специальных ограждений, устанавливаются временные перильные ограждения высотой 1 м с бортовой доской 25×180 мм.

Складирование материалов на крыше допускается только в местах, предусмотренных проектом производства работ. Для предотвращения их падения с крыши, в том числе от воздействия ветра, необходимо применять контейнеры, поддоны, инвентарные сборно-разборные площадки.

Запрещается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра скоростью более 15 м/сек.

*При устройстве кровель из наплавляемых материалов огневым методом необходимо соблюдать следующие правила:*

– работающий с горелкой должен пройти специальное обучение и иметь допуск для работы с агрегатом, правильно подбирать режим горения и режим прогрева водоизоляционного материала, определять качество наклейки в процессе работы;

– выполнять проверку всех соединений газовой горелки два раза в смену с записью в журнале;

– обнаруженные утечки газа немедленно устранять;

– на рабочем месте должен быть один баллон;

– для предохранения баллона с пропан-бутаном от падения с кровли, он должен быть установлен в специально оборудованный контейнер;

– категорически запрещается совместное хранение пропан-бутановых и кислородных баллонов;

– баллон с пропан-бутаном должен устанавливаться не ближе 10 м от места производства работ, другого источника огня и нагретых элементов;

– порожние баллоны должны быть немедленно убраны с кровли.

Руководители строительной организации должны обеспечить рабочих спецодеждой, спецобувью, санитарно-бытовыми помещениями и оборудованием в соответствии с действующими гигиеническими нормами.

## 16. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ

### 16.1. Общие положения

Конструктивные элементы зданий и сооружений в процессе эксплуатации подвергаются воздействию влаги.

*Подземная часть зданий и сооружений* (подвалы, фундаменты), как правило, эксплуатируются во влажных условиях. Как показывает практика, высокая пористость бетона приводит к увлажнению конструкций (стен) подвалов от воздействия подземных вод. Учитывая, что подавляющее большинство материалов строительных конструкций (кирпич, газосиликатные блоки, бетон и др.) имеют пористую структуру, наличие влаги в материале стен подземной части зданий приводит **к капиллярному увлажнению ограждающих конструкций**. Влага, заполняя поры материалов, замерзая зимой, увеличивается в объеме на 8–12 % и разрушает материалы на всю глубину увлажнения. Наличие большого количества мелких пор (капилляров) в строительных материалах приводит к капиллярному увлажнению стен и перегородок, опирающихся непосредственно на обрез фундаментов.

Наружные ограждающие конструкции (стены), так же в процессе эксплуатации многократно подвергаются **увлажнению атмосферными осадками**. Для обеспечения их защиты от морозного разрушения, необходимо применять меры от их увлажнения.

### 16.2. Защита конструкций от увлажнения подземными водами

Для предотвращения увлажнения в процессе эксплуатации подземными водами бетонных конструкций фундаментов зданий и сооружений устраивают **вертикальную гидроизоляцию**. Основным назначением вертикальной гидроизоляции является ликвидация открытых пор в бетоне.

Для защиты от капиллярного увлажнения строительных материалов стен и перегородок, опирающихся непосредственно на обрез фундаментов выполняют **горизонтальную гидроизоляцию**. Назначение горизонтальной гидроизоляции заключается в том, чтобы нарушить цельность системы капилляров по высоте на контакте: «обрез фундамента – первый ряд каменной кладки» и тем самым защитить пористые материалы от увлажнения.

В зависимости от технологии производства работ и применяемых материалов гидроизоляция подразделяется на: окрасочную, обмазочную, оклеечную, проникающую (капиллярная), штукатурную, мембранного типа.

**Окрасочная гидроизоляция** применяется в качестве горизонтальной для защиты фундаментов и стен сооружений от капиллярной влаги и как вертикальная – при воздействии небольшого напора подземных вод (до 2 м водн. ст.). Наносится она тонким слоем – 0,2–0,8 мм. Рекомендуется выполнять ее из битумно-полимерных эмульсий и латексно-эпоксидных красок. Битумные, битумно-полимерные и полимерные краски для гидроизоляции и грунтовки в зависимости от объема работ наносятся кистями, валиками, набрызгом или напылением с помощью битумно-красконагнетательных установок.

**Обмазочная гидроизоляция** имеет ту же область применения, что и окрасочная (горизонтальная и вертикальная). Толщина слоя гидроизоляции – 2–4 мм. Следует отметить, что выпускаемые сегодня обмазочные гидроизоляционные материалы достаточно эластичные и способны без разрушения выдерживать раскрытие трещин до 2–3 мм.

*Обмазочная гидроизоляция устраивается следующим образом.* В начале поверхность конструкции выравнивают (срубуют наплывы, выступающую арматуру, заделывают раковины, углубления), очищают от грязи и просушивают. Сопряжения гидроизоляционного покрытия с закладными деталями проклеивают защитной тканью. Деформационные швы уплотняют герметиками. Затем на подготовленную поверхность наносят грунтовку – 2 слоя горячей или холодной битумной невязкой мастики. *Гидроизоляцию из эпоксидных смол выполняют в 3 слоя.* Нанесение битумно-полимерных мастик холодного применения допускается на влажную (без свободной воды) поверхность. Наносится состав шпателем или кистью. Толщина каждого слоя не должна превышать 2 мм. Время высыхания мастичного слоя зависит от его толщины, условий окружающей среды, типа обрабатываемой конструкции и составляет 8–12 часов. Фундаменты, обработанные мастикой, можно засыпать землей через 1 сутки. *Битумно-полимерные горячие мастики* наносят на заранее подготовленные и хорошо высушенные поверхности пистолетом-распылителем при больших объемах работ и с помощью кисти, при малых объемах работ. Температура горячих мастик в момент нанесения должна быть не менее 160–180 °С. Через полчаса после нанесения обработанные поверхности можно экс-

плуатировать. Гарантийный срок службы гидроизоляционных покрытий, выполненных из мастик, составляет 10–15 лет.

**Оклеечная гидроизоляция** – это сплошной водонепроницаемый ковер из рулонных или гибких материалов, наклеенных в 1–4 слоя на изолируемые горизонтальные, наклонные или вертикальные поверхности. Устройство оклеечной гидроизоляции эффективно при больших гидростатических напорах грунтовых вод (более 2 м водн. ст.). Как материалов, так и технологий такой изоляции в современном мире разработано много. Выбор их определяется с учетом условий эксплуатации и требованиями, предъявляемыми к объекту. *Наиболее распространенной является оклеечная гидроизоляция с использованием полимерных наплавливаемых материалов* («Изопласт П» (ЭМП-5,5), «Изоэласт П», «Филизол» и др.), которая выполняется следующим образом. Сначала на сухую выровненную поверхность наносится слой битумной мастики (грунтовка) толщиной 1–1,5 мм. Затем, используя предварительно нарезанные из рулона заготовки длиной до пяти метров, применяя, как правило, огневой метод, выполняют наклейку материал на изолируемую поверхность. Налест одного полотна на другое составляет 15–20 см. Кромки наклеенных рулонов прошпаклевывают, а затем наносят отделочный слой мастики толщиной 1–1,3 мм. Недостатками этого способа являются: высокая трудоемкость производства работ и использование газовых горелок.

Сегодня на смену полимерным наплавливаемым рулонным материалам приходят *самоклеющиеся битумно-полимерные материалы*. Эти материалы сочетают в себе долговечность и надежность рулонных битумно-полимерных материалов и простую технологию производства работ. В странах Западной Европы и Америке более 15 лет в промышленных объемах выпускается большая номенклатура самоклеящихся битумно-полимерных материалов («DACO-KSO», «SCUDOTENE FC MINERAL», «Icebar» и др.). Все они отлично зарекомендовали себя в качестве гидроизоляции стен подвалов. Российская компания «ТехноНИКОЛЬ» начала выпуск самоклеящегося битумно-полимерного материала «Барьер». Эффективной областью его применения является устройство гидроизоляции фундаментов из монолитного бетона.

*Устройство оклеечной гидроизоляции с использованием самоклеящихся материалов рекомендуется выполнять в следующей технологической последовательности.* Вначале с помощью цементно-песчаного раствора выполняют выравнивание поверхности основа-

ния и его просушивание. Эти работы должны производиться при температуре наружного воздуха не ниже +5 °С. Следующим этапом производства работ является подготовка поверхности фундамента под устройство гидроизоляции, которая включает очистку и грунтовку основания битумным праймером. Затем выполняют подготовительные операции, предшествующие закреплению гидроизоляции в проектное положение: примерка полотна материала по месту и нарезка заготовок; удаление антиадгезионной пленки с нижней поверхности материала. После завершения подготовительных операций приступают непосредственно к приклеиванию материала «Барьер». Эта технологическая операция выполняется в следующей последовательности. Вырезанная заготовка материала закрепляется (приклеивается) на подготовленную поверхность и для лучшего сцепления (разглаживания складок) с изолируемой поверхностью прокатывается специальным роликом. Затем удаляется антиадгезионная пленка с бокового шва и для лучшей герметизации торцевых стыков выполняется прокатка роликом бокового шва.

***Проникающая (капиллярная) гидроизоляция.*** Основным недостатком рулонных и мастичных гидроизоляционных материалы на основе полимеров, полимерных смол и битумных мастик является то, что создаваемая ими плотная, прочная защитная пленка ввиду существенного различия деформативных характеристик водоизоляционных покрытий и строительных материалов изолируемых поверхностей конструкций в процессе эксплуатации приводит к отслоению защитной пленки от изолируемой поверхности. Кроме того, при работе с рулонными и мастичными гидроизоляционными материалами необходимо строгое соблюдение технологического регламента: выравнивание и просушка поверхностей, соблюдение правил техники безопасности и др. Разработанная несколько десятилетий назад проникающая гидроизоляция позволяет минимизировать основные недостатки традиционных рулонных и мастичных гидроизоляционных материалов на основе полимеров, полимерных смол и битумных мастик. Готовая к применению проникающая гидроизоляция представляет собой затворенную водой сухую смесь, состоящую из цемента, кварцевого песка и активирующих добавок. Гидроизоляционный эффект применения этого материала достигается за счет заполнения микротрещин, открытых пор и капилляров бетона водонерастворимыми соединениями (кристаллами), образующимися в результате реакции активных хи-



мических компонентов с цементным камнем бетона в присутствии воды. Эти кристаллы проникают в капилляры и микротрещины, вытесняя при этом воду. Рост кристаллов останавливается при отсутствии воды и возобновляется при ее появлении, развивая в глубину конструкции процесс уплотнения структуры бетона. Таким образом, проникающая гидроизоляция становится составной частью бетона, образуя единую, прочную и долговечную структуру. Срок службы проникающей гидроизоляции равен сроку эксплуатации бетона, нарушить ее невозможно, поскольку она становится частью структуры бетона. Самым важным критерием выбора этого способа гидроизоляции является глубина проникновения. Чем она больше, тем толще образуется запирающий кристаллический слой в структуре бетона, препятствующий проникновению воды. Глубина проникновения во многом зависит от изначальной водонепроницаемости бетона.

*Технология устройства проникающей гидроизоляции.* Нанесению защитной композиции предшествует подготовка изолируемой поверхности. Она очищается от загрязнений и пыли, которые препятствуют проникновению гидроизоляционного состава и образованию кристаллов. Для максимального раскрытия капилляров гладкие поверхности бетона, в зависимости от объема работ, рекомендуется обрабатывать пескоструйной установкой, электродрелью с абразивной насадкой или металлическими щетками. В местах сопряжений конструктивных элементов устраиваются штрабы глубиной 2,5 см и шириной 2 см. Пустоты (плохо уплотненные участки) расчищаются до слоя неповрежденного бетона. Перед нанесением материала поверхность увлажняется. Приготовление рабочего раствора состоит в затворении сухой смеси водой в соответствии с инструкцией. Во время работы раствор необходимо регулярно перемешивать. Раствор готовится в количестве, которое можно использовать в течение 30 минут. Гидроизоляция наносится в 2 слоя жесткой кистью или с использованием оборудования для распыления. Второй слой наносится через 2–3 часа, но не позднее 6 часов. Следует отметить, что применение материалов проникающего действия эффективно только для строительных элементов, изготовленных на цементной основе.

***Штукатурная гидроизоляция*** – водонепроницаемое покрытие, наносимое на поверхность штукатурным способом. Штукатурные материалы работают за счет хорошей адгезии к бетонному основанию. Штукатурная гидроизоляция состоит из нескольких слоев гид-

роизоляционных мастик или растворов. По виду материалов различают асфальтовую и цементную изоляцию.

**Асфальтовая изоляция** может быть горячей и холодной. Горячие составы на вертикальные поверхности наносят снизу вверх, слоями толщиной 5–7 мм и ярусами высотой 1,5–1,8 м. Для нанесения применяют асфальтометы. Холодные асфальтовые мастики при небольших объемах работ наносят разливом с последующим выравниванием гладилками. При больших объемах холодные асфальтовые мастики наносят с помощью нагнетательных установок. Толщина гидроизоляционного слоя из асфальтовых мастик на горизонтальных поверхностях – 6–7 мм, а на вертикальных – до 4 мм. Второй слой наносится только после высыхания первого (через 3–24 часа). Размер полосы изоляции, наносимой с одного места, составляет по ширине 30–50 см, а по высоте 2–2,5 м.

Широкое применение находит цементно-песчаная гидроизоляция, которую выполняют двумя способами: **торкретированием и оштукатуриванием**.

*Процесс торкретирования* состоит в нанесении на изолируемую поверхность под давлением сжатого воздуха слоя цементного раствора-торкрета или мелкозернистой бетонной смеси (набрызг-бетон). Для гидроизоляции методом торкретирования применяют портландцемент или безусадочный цемент. Растворы смесей наносят в два приема слоем 2–3 мм на подготовленные поверхности любого рельефа. Гидроизолирующие смеси должны содержать достаточно большое количество вяжущих – цемента и полимеров, так как именно они выполняют основную задачу – изолируют капилляры и поры.

Из химических компонентов, используемых в рецептурах гидроизолирующих смесей, важную роль играют эфиры целлюлозы и крахмала, антивспениватели, тиксотропирующие или разжижающие добавки (в зависимости от вертикальной или горизонтальной изолируемой поверхности), замедлители или ускорители твердения. Разжижающие добавки применяют и для снижения В/Ц, что несколько уменьшает фиксирующую способность раствора. Наряду с портландцементом при устройстве цементно-песчаной гидроизоляции применяют водонепроницаемый безусадочный цемент (ВВЦ) и водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ).

Уход за твердеющим цементно-песчаным покрытием предполагает увлажнение, которое выполняют через 12 часов после укладки, 2–

3 раза в сутки на протяжении 12–15 дней; при водонепроницаемом безусадочном цементе – через 2 часа после укладки, а затем через каждые 2–3 часа в течение суток. Выпускаемые в СНГ гидроизоляционные смеси позволяют создавать бесшовные покрытия, обеспечивающие водонепроницаемость при напоре до 70 м водяного столба.

**Гидроизоляция мембранного типа** нашла широкое применение при гидроизоляции фундаментов от напорных и безнапорных грунтовых вод. В странах СНГ на сегодня в основном применяют мембраны на основе ПВХ. Они характеризуются высокими физико-техническими показателями, укладываются всего в один слой, обеспечивая снижение трудоемкости при производстве работ и высокую эксплуатационную надежность. Соединение (сварка) отдельных полотнищ ПВХ-мембран между собой горячим воздухом, с помощью специального оборудования позволяет обеспечить прочность сварного шва, превышающую прочность самого материала, так как имеет практически двойную толщину. Высокая механическая прочность и эластичность ПВХ-мембран обеспечивается в диапазоне температур от –35 до +110 °С, что позволяет выполнять его укладку круглогодично.

Наибольший объем работ при устройстве гидроизоляции заглубленных сооружений выполняется с использованием ПВХ-мембран «Алькорплан®». Они характеризуются высокими физико-техническими показателями, укладываются всего в один слой, обеспечивая снижение трудоемкости при производстве работ и высокую эксплуатационную надежность. Соединение (сварка) отдельных полотнищ ПВХ-мембран между собой горячим воздухом с помощью специального оборудования позволяет обеспечить прочность сварного шва, превышающую прочность самого материала, так как имеет практически двойную толщину. Высокая механическая прочность и эластичность «Алькорплан®» обеспечивается в диапазоне температур от –35 до +110 °С, что позволяет выполнять его укладку круглогодично. Использование материала «Алькорплан®» практически не создает дополнительных нагрузок на конструкцию сооружения, так как масса 1 м<sup>2</sup> мембраны составляет всего 1,6 кг.

Гидроизоляцию ленточных фундаментов из монолитного бетона рекомендуется выполнять из мембраны системы «Препруф» (Великобритания). Она представляет собой готовую высокоплотную ПВХ-мембрану, с одной стороны которой нанесен специальный клейкий

прессионный слой, позволяющий мембране приклеиваться к бетону во время его заливки и создавать с ним единую, неразрывную структуру. Такая конструкция не допускает горизонтальной миграции воды, а сама мембрана «Препруф» не подвержена провисанию при осадке грунта. В случае повреждения или некачественной укладки гидроизоляции мембраны фактически контролируют протечку и минимизируют риск проникновения воды, ограничивая протечку точкой повреждения или инженерными отверстиями. При протечке такой мембраны вода не может мигрировать горизонтально, в связи с чем место протечки становится очевидным и изолируется быстро и дешево.

*Профилированные мембраны.* Основным элементом их является слой из прочного полужесткого полиэтилена (ПВП-мембрана) с выступами (гофрами) в форме полусфер высотой 8 и 20 мм. Воздушный зазор, который образуется между выступами и впадинами гофрированного поперечного сечения мембран, позволяет направить сток грунтовых вод в дренажную подушку у подошвы фундамента. Профилированные мембраны используются, прежде всего, для защиты фундаментов и стен подвалов, мостовых и тоннельных конструкций, трубопроводов и промышленных полов.

*Бентонитовая гидроизоляция.* Анализ технического состояния подземных сооружений (гаражей, тоннелей и др.) показал высокую эксплуатационную эффективность гидроизоляционных материалов на основе натриевого бентонита. Бентонит – это особый тип глин, в которых основным минералом является монтмориллонит, определяющий их высокие адсорбционные, вяжущие и коллоидные свойства. Для изоляции фундаментов и подземных сооружений с наружной стороны (со стороны поступления воды) рекомендуется принять следующее решение. По всему периметру изолируемого фундамента отрывается узкая траншея и в ней устраивается изолирующий слой из рулонов типа мембран «Paraseal» и «SWELLTITE». Мембрана «Paraseal» представляет собой многослойный материал, состоящий из толстой полиэтиленовой пленки с приклеенной к ней объемной сеткой, заполненной гранулами бентонитовой глины. Гидроизоляционная мембрана «SWELLTITE» представляет собой двухслойный композиционный материал, верхний слой которого – полимерная пленка, а нижний – бентонит натрия с каучуком. Размеры рулонов – 1200×9200×2,3 м (0,5 мм – полимерная пленка, 1,8 мм – слой бентонита-148 с каучуком). Вес рулона – 35 кг. При увлажне-

нии бентонит набухает, увеличивается в объеме в несколько раз и создает водонепроницаемый слой.

### **16.3. Защита наружных стен от увлажнения атмосферными осадками**

Для предотвращения от увлажнения атмосферными осадками в процессе эксплуатации наружных стен зданий и сооружений рекомендуется применять: штукатурную гидроизоляцию (асфальтовую и цементную), гидрофобизацию, диффузионные мембраны.

**Гидрофобизация.** Защитная гидрофобизация предусматривает создание водоотталкивающего покрытия, способного выдержать частое и обильное воздействие влаги, но без постоянного гидростатического давления. Гидрофобизированные покрытия не набухают, не намокают, а вода на них не удерживается. Гидрофобизаторы, применяемые для защиты строительных конструкций, должны глубоко проникать в поры материала, при высыхании не образовывать поверхностной пленки, не препятствовать испарению влаги из материала, сохранять цвет и фактуру поверхности, а также обладать высокой химической стойкостью, термостойкостью, стойкостью к атмосферным воздействиям и быть безвредными и экономичными. Наиболее полно перечисленным свойствам соответствуют кремнийорганические соединения, обладающие высокой химической стойкостью, устойчивостью к воздействию влаги, ультрафиолетового и коротковолнового видимого излучения. Защита конструкций и фасадов зданий от атмосферных воздействий, промышленных загрязнений и химической эрозии обеспечивается поверхностной обработкой растворами кремнийорганических гидрофобизаторов, которые могут применяться как самостоятельно, так и в виде подслоя перед нанесением фасадных (кремнийорганических или любых других) красок и эмалей.

*Технологическая последовательность по устройству защитного гидрофобизирующего покрытия.* Вначале выполняется подготовка поверхности, включающая механическую очистку от грязи, краски, масляных пятен и, в случае необходимости, просушку влажных участков. Затем приступают к нанесению гидрофобизатора до насыщения поверхностного слоя материала. Наносить гидрофобизаторы рекомендуется при температуре выше 5 °С (оптимально в диапазоне

12–30 °С) кистями или безвоздушными распылителями. Обычно гидрофобизаторы наносятся за два раза. Вторую обработку выполняют сразу, как только гидрофобизатор «впитался» (поверхность утрачивает блеск). Эффект гидрофобизации проявляется уже через 2–3 часа при температуре около 15 °С и возрастает в течение первых 12 суток. При работе с безвоздушным напыляющим агрегатом необходимо строго соблюдать правила работы, располагая пистолет перпендикулярно обрабатываемой поверхности на расстоянии около 0,35 м. При выполнении гидрофобизации зданий рационально использовать специализированный окрасочный манипулятор с полуавтоматической системой управления и удлиненным рукавом высокого давления. Гидрофобизацию можно проводить и с подвесных люлек. По сравнению с традиционными пневмораспылителями метод безвоздушного распыления позволяет снизить удельный расход гидрофобизирующей жидкости более чем на 20 %, улучшить санитарно-гигиенические условия труда, резко снизить загрязнение окружающей среды, и повысить в 1,5 раза производительность труда. При высоте стены до 23 м рационально выполнять гидрофобизацию с телескопической вышки ВИ-23, смонтированной на автомобиле типа ЗИЛ-157. При высоте до 15,3 м используют телескопическую вышку на автомобиле ГАЗ-51.

Гидрофобизация строительных материалов разделяется на поверхностную и объемную. *Поверхностная гидрофобизация* бетона и цементно-песчаной штукатурки снижает водопоглощение в четыре раза и повышает морозостойкость в два раза, предотвращает образование высолов.

*Объемная гидрофобизация* по сравнению с поверхностной позволяет резко повысить морозостойкость строительного материала. Однако при этом расход сравнительно дорогого гидрофобизатора возрастает практически на два порядка по сравнению с поверхностной гидрофобизацией. В связи с этим объемную гидрофобизацию целесообразно проводить для ответственных конструкций, эксплуатирующихся в тяжелых (с точки зрения воздействия агрессивных факторов) условиях. Качество гидрофобизации определяют по смачиваемости через 3 часа после обработки водными растворами гидрофобизирующих составов на горизонтальных поверхностях каплями воды. Если испытываемая поверхность будет впитывать воду (смачиваться), то гидрофобизацию следует выполнить повторно.

## 17. ШТУКАТУРНЫЕ РАБОТЫ

### 17.1. Общие положения

**Штукатурка** – это слой искусственного камня на поверхностях, различных конструкций зданий и сооружений (стен, перегородок, перекрытий, колонн и пр.), служащий для их отделки и в ряде случаев выполняющий специальные функции. Все виды штукатурки делят на монокристальную и сухую. *Сухая штукатурка* – это облицовка поверхностей листами индустриального изготовления. Устройство сухой штукатурки допускается во всех помещениях, где влажность воздуха в условиях эксплуатации не превышает 60 %. *Монокристальную штукатурку* устраивают путем нанесения на отделяемую поверхность штукатурного раствора. Монокристаллическая штукатурка различается по назначению, качеству исполнения, виду вяжущего раствора и технологии нанесения.

В зависимости от способа обработки лицевого слоя монокристаллические штукатурки подразделяют на обычные и декоративные. *Обычные штукатурки* предназначаются для последующей оклейки обоями или окраски различными составами. *Декоративные штукатурки* представляют собой самостоятельные цветные или фактурно обработанные облицовочные слои. Из декоративных штукатурок наиболее распространены цветная известково-песчаная, каменная, терразитовая, реже – под мрамор, сграффито и др.

В зависимости от класса здания и его назначения к монокристаллической штукатурке предъявляются различные требования по ее качеству. Она может быть:

- **простой** (под сокол) – в складских помещениях, подвалах;
- **улучшенной** (под правило) – в жилых, гражданских и промышленных зданиях;
- **высококачественной** (по маякам) – в общественных зданиях.

*Простая штукатурка* состоит из двух слоев: обрызга и грунта (штукатурного намета); толщина штукатурного покрытия до 12 мм.

*Улучшенная штукатурка* – слой обрызга, один слой грунта и накрывочный слой; толщина штукатурного покрытия – до 15 мм.

*Высококачественная штукатурка* состоит из слоя обрызга, двух-трех слоев грунта, накрывочного слоя или декоративного слоя с последующим его оштукатуриванием; толщина штукатурного покрытия – до 20 мм.

*Обрызг* – первый слой штукатурного покрытия, целью нанесения которого является обеспечение сцепления покрытия с отделяемой поверхностью. Ввиду этого для обрызга применяется раствор с осадкой конуса 9–14 см. Толщина слоя обрызга по деревянным поверхностям – не более 9 мм (включая толщину драночной обивки); по каменным, бетонным и кирпичным – не более 5 мм.

*Грунт* – основной (по объему) слой штукатурного намета. Он образует необходимую толщину штукатурки и выравнивает поверхность. Толщина слоя грунта не должна превышать 7 мм при известковых и известково-гипсовых растворах и 5 мм при цементных растворах.

*Накрывочный слой* служит для подготовки отделяемой поверхности под окраску. Достаточная толщина слоя 2 мм.

Для отделки поверхностей, к которым в период эксплуатации предъявляются специфические требования, выполняют специальные штукатурки: гидроизоляционную, акустическую, рентгенозащитную.

## **17.2. Отделка поверхностей обычными растворами**

Отделочные работы должны выполняться после завершения следующих видов работ: устройства кровли; установки остекленных оконных, дверных и балконных блоков; герметизации швов между стеновыми панелями; устройства пола на балконах и лоджиях; прокладки электрических и слаботочных проводов; монтажа и проведения испытаний инженерных систем. Санитарно-технические приборы до начала монтажа должны быть окрашены с тыльной стороны, а поверхности стен в местах их установки оштукатурены, облицованы или окрашены. Кирпичные парапеты, вентиляционные шахты, надстройки лестниц должны быть оштукатурены до устройства примыканий рулонной кровли.

*Подготовка поверхностей под оштукатуривание.* Состав работ по подготовке поверхностей к оштукатуриванию зависит от вида и состояния последних. Кирпичные, каменные, бетонные и другие поверхности из камней правильной формы очищают от грязи, жировых и битумных пятен пескоструйным аппаратом или промывают водой под напором. Соли, копоть и потеки счищают металлическими электрифицированными щетками. Краску удаляют металлическими скребками или с помощью специальной пасты (80 % известкового теста и 20 % водного раствора каустической соды).



Для обеспечения проектной прочности сцепления монолитной штукатурки с оштукатуриваемым основанием стен внутри зданий на практике выполняется *насечка бетонных поверхностей и поверхностей кирпичных и каменных стен, выполненных с полным заполнением швов*. При больших объемах работ оштукатуривания насечка выполняется механизированным способом. Наиболее часто на практике для этих целей применяется перфоратор марки BOSCH GBH 240. Реже насечка выполняется отбойным молотком марки МОП-2. Насечка выполняется в шахматном порядке с шагом не более 10 см и на глубину 3–4 мм. На сегодня шероховатость на поверхности оштукатуриваемой кирпичной кладки рекомендуют выполнять пескоструйным аппаратом марки DBS-100.

Согласно действующим ТНПА, для обеспечения нормативных сроков эксплуатации штукатурного покрытия без ремонта необходимо, чтобы прочность сцепления штукатурного покрытия с оштукатуриваемой поверхностью внутри здания была не менее 0,2 МПа. В связи с этим рекомендуется «шероховатость» оштукатуриваемых поверхностей создавать следующим образом:

- под улучшенную штукатурку применять сетку стеклянную штукатурную (ССШ) с размерами ячеек не менее 4 мм или аналогичных материалов;
- под высококачественную штукатурку применять стальную сетку по действующим ТНПА;
- выполнять каменную кладку стен и перегородок в пустошовку.

*Придание шероховатости деревянным поверхностям* (перегородкам) рекомендуется осуществлять набивкой на них отдельных деревянных планок или деревянных щитов с размером ячеек 45×45 мм (в свету). Для уменьшения тепло- и звукопроводности конструкций до набивки драночных щитов натягивают антисептированную рождоу, мешковину или войлок.

*Гипсовые и гипсобетонные поверхности* для придания им шероховатости очищают стальными щетками.

*Стальные конструкции* для лучшего сцепления с ними штукатурного раствора оплетают проволокой или затягивают сеткой.

По завершении работ по подготовке поверхностей под оштукатуривание выполняется их *провешивание в вертикальной и горизонтальной плоскостях*. Для определения оптимальной толщины намета штукатурного слоя и точного ее соблюдения устанавливают

контрольные марки и маяки, поверхность которых должна отстоять от стены на толщину намета в данном месте. Провешивание выполняют с помощью ватерпаса, отвеса или уровня с рейкой (рис. 17.1).

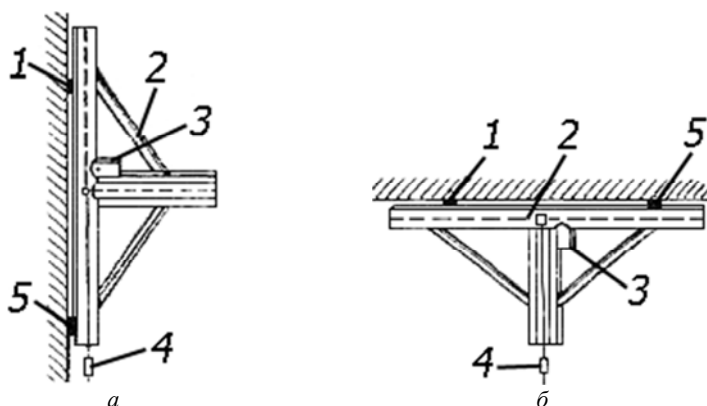


Рис. 17.1. Провешивание поверхностей с помощью ватерпаса:

*а* – провешивание стен; *б* – провешивание потолков;

1 – марка; 2 – рейка; 3 – уровень;

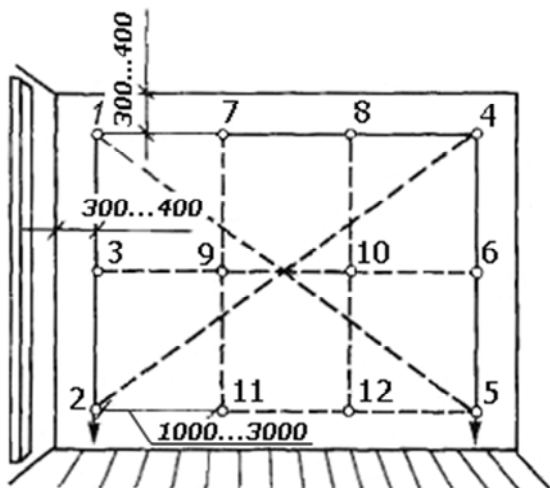
4 – отвес; 5 – раствор для устройства марок

При устройстве высококачественной штукатурки стен по маякам *провешивание вертикальных поверхностей* выполняется с использованием отвеса, гвоздей и натянутого шнура.

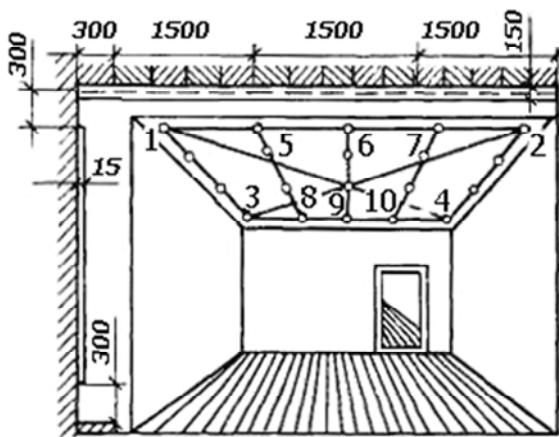
*Рекомендуется следующая последовательность выполнения работ.* Вначале в углах оштукатуриваемой стены на расстоянии 30–40 см от потолка забивают крайние угловые гвозди 1 и 4. Забивают их так, чтобы шляпки располагались от поверхности стены на расстоянии, равном предполагаемой толщине штукатурки. Гвозди 2, 3, 5, 6 забивают по отвесу. Затем, натягивая шнур с 1-го на 5-й и со 2-го на 4-й гвозди, проверяют ровность плоскости стены. Все промежуточные гвозди (7–12) забивают по туго натянутому шнуру и шляпкам уже установленных гвоздей. Схема провешивания поверхности стены дана на рис. 17.2, *а*.

*При провешивании потолков* сначала с помощью шнура определяют самый низкий (провисший) участок потолка и вбивают в него гвоздь так, чтобы шляпка находилась от поверхности на заданную толщину штукатурного слоя. Последующие гвозди располагают ря-

дами по линиям, намеченным намеленным шнуром (рис. 17.2, б). Их забивают по отметкам, определяемым с помощью правила с уровнем, ватерпаса или водяного уровня. По гвоздям заподлицо с ними устраивают растворные марки размером 30×30 или 40×40 мм.



*a*



*б*

Рис. 17.2. Последовательность провешивания поверхностей:  
*a* – провешивание поверхности стены; *б* – провешивание поверхности потолка;  
 1–12 – последовательность установки маяков (гвозди)

Стены и потолки, выполненные из негвоздимых материалов, провешивают аналогично, но гвозди заменяют раствором (из полуводного гипса) маяками.

Устройство штукатурных маяков требует значительных трудозатрат, поэтому целесообразно применять инвентарные деревянные или металлические маяки (рис. 17.3).

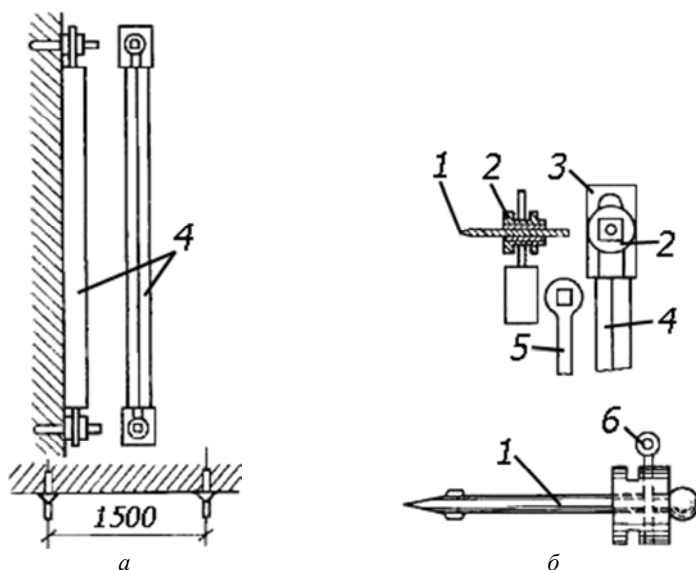


Рис. 17.3. Инвентарный металлический маяк:  
*а* – маяк и его детали; *б* – конструкция штыря и гайки;  
 1 – штыри; 2 – гайка; 3 – косынка; 4 – уголок; 5 – ключ; 6 – винт

### Технологический процесс оштукатуривания поверхностей.

Все виды конструкций оштукатуривают только после их полной осадки. Состав растворов для штукатурных работ должен подбираться с учетом назначения здания и температурно-влажностных условий эксплуатации. При этом прочность подстилающих слоев устраиваемой штукатурки должна быть выше прочности накрывочных слоев или равна ей. Отделочные работы внутри здания должны выполняться при температуре в помещениях и температуре оснований, на которых выполняются отделочные покрытия, не ниже 10 °С и влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 10 °С

работы внутри здания должны выполняться при действующих системах отопления и вентиляции. Температура в помещениях не ниже 10 °С должна поддерживаться круглосуточно, не менее 2 сут до начала работ, в процессе выполнения работ и не менее 12 сут после их завершения. При производстве штукатурных работ при температуре окружающего воздуха 23 °С и выше основания должны увлажняться. Отделочные работы снаружи здания должны выполняться при отсутствии атмосферных осадков и температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. Отделочные работы снаружи здания при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С должны выполняться материалами, область применения которых при низких температурах предусмотрена в действующих ТНПА.

*Оштукатуривание обычными растворами внутренних помещений выполняют в следующей последовательности:* оштукатуривают потолки и верхние части стен; вытягивают карнизы, падуги и другие тяги, разделявают потолочные лузги; накрывают и затирают потолки и верхние части стен; оштукатуривают верхние части оконных и дверных проемов; разделявают усенки и лузги; накрывают и затирают низ стен и проемов. Штукатурные слои рекомендуется наносить на поверхность со следующими интервалами (табл. 17.1).

Таблица 17.1

Интервалы нанесения на поверхность штукатурных слоев

Наименование раствора	Время выдерживания слоев штукатурки, ч	
	Слой набрызга перед нанесением грунта	Каждый слой грунта
Цементный	2–3	6–12
Цементно-известковый	6–12	12–24
Известково-цементный	12–24	24–48
Известковый	24–36	2–3
Известково-гипсовый	0,5–1	0,5–1

**Оштукатуривание стен.** Раствор на отделяемую поверхность наносят, как правило, механизированным способом с помощью распылительной форсунки, в которую раствор нагнетается растворонасосом по растворопроводу. Форсунку держат на расстоянии 0,6–1,0 м от отделяемой поверхности. Нанесение раствора

вручную допускается лишь в помещениях площадью пола 5 м<sup>2</sup> и менее. Наносят раствор двумя способами: набрасыванием и намазыванием. Набрасывание раствора выполняют штукатурной кельмой с сокола, соколом и ковшом (рис. 17.4, а, в, з) непосредственно из передвижного ящика. Раствор намазывают толстыми и тонкими слоями, используя сокол, штукатурную кельму, полутерки и ковш (рис. 17.4, а, г, д, е).

**Обрызг** наносят на поверхность сплошным ровным слоем и, как правило, не разравнивают. И только в том случае, когда отдельные участки обрызга вступают из общей плоскости намета, их снимают.

**Грунт** наносят на обрызг в один или более слоев с соблюдением необходимых интервалов по времени. Каждый слой грунта разравнивают вручную с использованием штукатурного сокола, полутерка или правила в зависимости от требуемого качества штукатурки. Так как при устройстве простой штукатурки накрывочный слой отсутствует последний слой грунта разравнивают и затирают соколом и полутерками.

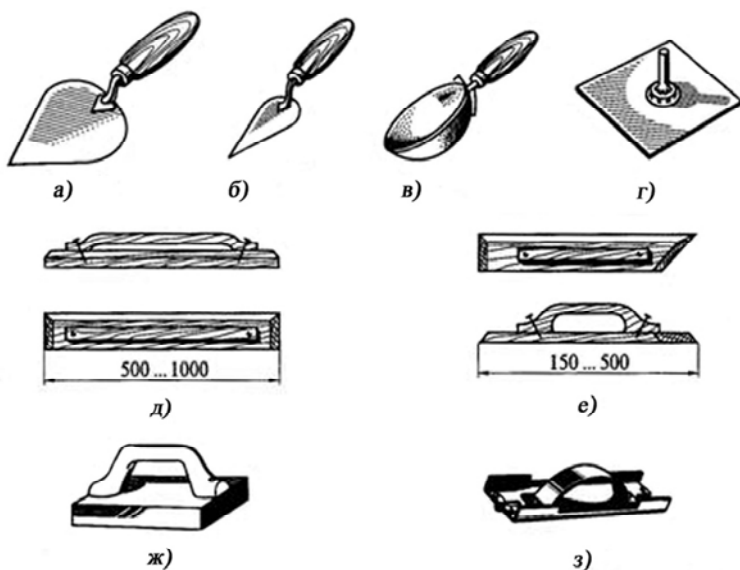


Рис. 17.4. Ручные инструменты для нанесения штукатурного раствора: а – штукатурная кельма; б – отрезовка; в – ковш для отделочных работ; г – сокол; д – полутерок; е – полутерок малый; ж – терка; з – рустовка

**Накрывочный слой** выполняется по слою грунта при устройстве улучшенной и высококачественной штукатурки. До устройства накрывочного слоя грунт (основание) разравнивают полутерками, выправляют по маякам малками или рабочим правилом; ровность поверхности проверяют контрольным правилом

*Устройство накрывочного слоя* является завершающим процессом в производстве штукатурных работ. Для накрывочного слоя используют раствор такого же состава, что и грунт, но приготовленный на мелком песке. Его наносят на смоченный водой грунт и тщательно разравнивают полутерками. Через 30–40 мин после нанесения и разравнивания накрывочного слоя его поверхность затирают или заглаживают гладилками. Затирку производят механизированным способом с использованием штукатурно-затирочных машин марок СО-205, СО-86Б, СО-112Б, прижимая вращающиеся диски затирочных машинок к обрабатываемой поверхности и перемещая их. Затирают накрывочный слой до исчезновения царапин, раковин, бугров. Подача воды регулируется клапанами, находящимися на корпусах машинок. Места, недоступные для затирки штукатурно-затирочными машинами, обрабатывают вручную терками. Рабочие поверхности ручных терок должны иметь покрытие из войлока или полиуретана. Для того чтобы избежать в дальнейшем шпатлевания и производить окрашивание непосредственно по штукатурке, применяют беспесчаную известково-гипсовую накрывку. Трещины, если они образовались в штукатурке, заделывают тем же раствором, который использовался при устройстве накрывки, и обязательно затирают до высыхания раствора.

*При выполнении высококачественной штукатурки* устанавливают маяки из раствора. В случае устройства маяков из раствора по гипсовым маркам, поставленным по одной линии, на марки ставят рейку или правило и крепят его к стене (рис. 17.5). Зазор между стеной и правилом заполняют раствором. После оштукатуривания поверхности и схватывания последнего слоя грунта непрочные гипсовые марки вырубают, а образовавшиеся борозды заполняют штукатурным раствором.

*Оштукатуривание потолка.* Раствор на поверхность может наноситься как набрасыванием (рис. 17.6), так и намазыванием (рис. 17.7).

*Разделка углов* выполняется вручную. Для этого используются специальные фасонные полутерки. Полутерки разделяются на *лузго-*

*вые* – для обработки внутренних углов в местах примыкания двух стен, и на *усенковые* – для обработки наружных углов (рис. 17.8).

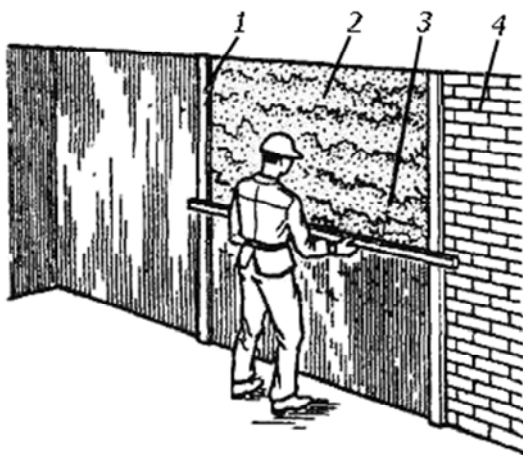


Рис. 17.5. Выполнение высококачественной штукатурки по маякам:

1 – деревянная рейка, закрепленная к гипсовым маякам;  
2 – нанесенный слой грунта; 3 – правило; 4 – оштукатуриваемая поверхность



Рис. 17.6. Нанесение раствора на потолок набрасыванием:

1 – через голову; 2 – над собой; 3 – от себя



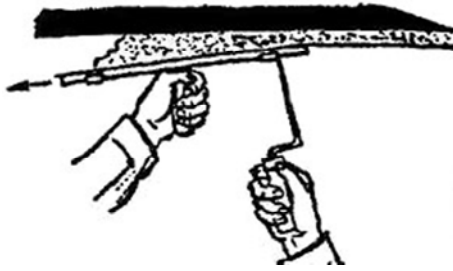


Рис. 17.7. Нанесение раствора на потолок намазывание с сокола

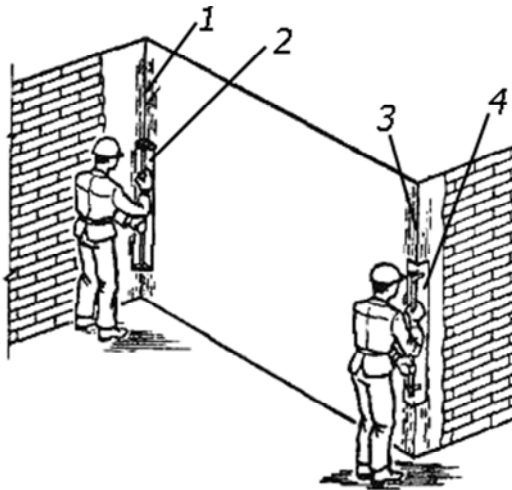


Рис. 17.8. Разделка углов помещения:

1 – луг; 2 – лузговой полутерок; 3 – усенок; 4 – усенковый полутерок

Сегодня при оштукатуривании наружных углов (откосы оконных и дверных проемов (усенковые поверхности стен)) используют профили (уголки) заводского изготовления из алюминиевого сплава.

**Отделка поверхностей декоративными и специальными штукатурными составами.**

Декоративный накрывочный слой толщиной 5–50 мм наносят в два и более приема на нацарапанный, окрепший, хорошо очищенный и смоченный водой грунт из обычного раствора обычным способом без последующей обработки или с ней. При последующей обработке шту-

катурку торцуют, циклюют, отделяют рельефными валиками или комбинированными способами и т. д. При торцевании кистями и щетками получают фактуру различной степени шероховатости. Для придания поверхности вида штрихованной используют цикли. Рельефными валиками на поверхности выдавливают повторяющийся рисунок.

**Каменная штукатурка** выполняется из раствора со следующим составом: портландцемент; известковое тесто; мраморная мука; щелочестойкие пигменты; дробленные горные породы (мрамор, гранит, известняк, доломит и др.) крупностью 0,3–5,0 мм и кварцевый песок. Толщина декоративного слоя зависит от крупности заполнителя и способа его обработки. Декоративный слой наносят в два приема по подготовленному, смоченному водой основанию. Второй слой наносят через 1–2 часа, тщательно разравнивая и уплотняя его полутерками. В течение 8–10 суток поверхность поливают водой и защищают от солнечных лучей. Затем каменную штукатурку обрабатывают под нужную фактуру.

*Фактуру «под шубу»* наковывают бучардой. Крупность фактуры зависит от крупности заполнителя и размера зубьев бучарды.

*Фактуру под «рваный» камень* получают, используя зубила. Их забивают в штукатурку в различных местах и, нанося боковые удары, взламывают отдельные участки штукатурки (ее толщина должна быть 40–50 мм).

*Фактуру под тесаный песчаник* получают путем стесывания полутвердевшей штукатурки зубилом или циклями.

**Терразитовая штукатурка** выполняется из раствора, в котором содержится: известь-пушонка, 20–30 % цемента, кварцевый песок, мраморная крошка, пигмент, слюда. Наносят ее по известково-цементному основанию механизированным способом или вручную. Через 2–4 часа поверхность отделяют циклями (стальные пластины с зубьями) или гвоздевыми щетками, обнажая зерна мраморной крошки и слюды.

*Для цветной известково-песчанной штукатурки* используют раствор следующего состава: известковое тесто, белый цемент, кварцевый песок, щелочестойкие пигменты. Декоративный слой наносят по подготовленному основанию, выдержанному при положительной температуре в течение 6–7 суток. Толщина декоративного слоя – 5–7 мм. Накрывочный слой можно наносить механизированным способом через сетку или вручную с веника (щетки), полу-

чая отделку «под шубу». В полупластичном состоянии (через 1–2 часа после нанесения и выравнивания раствора) ровный накрывочный слой можно отделять циклями или гвоздевыми щетками.

**Гидроизоляционную штукатурку** выполняют из обычного цементно-песчаного раствора состава 1:2–1:3, который наносят на изолируемую поверхность цемент-пушкой (торкрет-штукатурка) и из цементно-песчаного раствора с уплотняющими добавками (жидкое стекло, церезит, алюминат натрия, битумные и латексные эмульсии и др.).

**Рентгенозащитную штукатурку** выполняют на баритовом заполнителе, толщина ее не должна превышать 50 мм. При большей толщине монолитную штукатурку заменяют облицовкой из баритобетонных плит.

**Кислотоупорная штукатурка** предназначена для отделки помещений химических предприятий. Устойчивость ее к воздействию агрессивных агентов обеспечивается за счет применения в качестве вяжущего кислотостойкого цемента, а в качестве заполнителей – измельченного кварцита.

### 17.3. Облицовка поверхностей гипсокартонными листами

Классический (мокрый) способ оштукатуривания стен и потолков имеет ряд недостатков: высокая трудоемкость, низкая производительность труда, необходимость высококвалифицированных рабочих. В зимний период производство штукатурных работ мокрым способом усложняется. Способ облицовки поверхностей гипсокартонными листами снимает упомянутые недостатки и при соблюдении технологии позволяет изготавливать поверхности высокого качества.

Для облицовки стен и перегородок внутри помещений применяют гипсокартонные листы фирмы «Гипрок» следующих марок:

– GN 13 – длина листа: от 2400 до 3600 мм; ширина: 1200 мм; толщина: 13 мм.

– GEK 13 – длина листа: от 2600 до 3000 мм; ширина: 1200 мм; толщина: 13 мм.

**Технология облицовки поверхностей гипсокартонными листами.** Отделка поверхностей гипсокартонными листами начинается после того, когда закончена установка всех конструкций общестроительных и сантехнических работ, а также выполнена мокрая штукатурка в местах, где не применяются гипсокартонные листы.

*Гипсокартонные листы крепятся следующими основными способами:*

- гвоздями к деревянному реечному каркасу;
- мастикой к отвердевшим маякам из гипса.

До начала работ по облицовки поверхности гипсокартонными листами (независимо от принятого способа крепления) необходимо выполнить следующие *подготовительные работы*.

1. Обеспечить надежное опирание гипсокартонных листов на жесткое основание. Достигается это за счет опирания гипсокартонных листов на выровненную поверхность конструкции междуэтажного перекрытия или подготовки по уплотненному грунту. При производстве работ в эксплуатируемых помещениях необходимо предусматривать разборку существующего пола у облицовываемых стен.

2. Определить требуемое количество и размеры листов. Для этого выполняют замеры поверхности, предназначенные для отделки гипсокартонными листами.

3. Раскроить листы под размеры. Раскрой производится ручной электрифицированной пилой. Для облицовки выступающих углов (усенков) применяют цельные листы, согнутые под углом. На месте сгиба листа с помощью электрифицированного инструмента выбивают паз треугольной формы.

***Крепление листов гвоздями к деревянному реечному каркасу.*** Деревянный каркас выполняют из реек толщиной 20–25 мм. Для реек используется древесина влажностью не более 18 %, пропитанная антисептическим составом. В местах стыков облицовочных листов устанавливают рейки шириной 80 мм. Рейки к деревянным поверхностям крепят гвоздями или шурупами, к каменным и бетонным – дюбелями или саморезами на пробках. Рейки устанавливают строго по вертикали и горизонтали, периодически контролируя установку уровнем, отвесом, шнуром. Перед облицовкой стен обшивочные листы насухо устанавливают по стенам на рейки и выравнивают с помощью подкладок и клиньев (рис. 17.9).

Крепление облицовочных листов к реечному каркасу начинают с угла. Гвозди забивают перпендикулярно к поверхности листа так, чтобы гипсовый слой не раскололся. Шляпка гвоздя должна быть утоплена заподлицо с поверхностью листа. Шляпки забитых гвоздей покрывают олифой. Все установленные листы должны быть в задан-

ной плоскости без провесов выпуклостей и вогнутостей. Зазор между листами до 5 мм заполняют шпатлевкой и клеивают тканью.

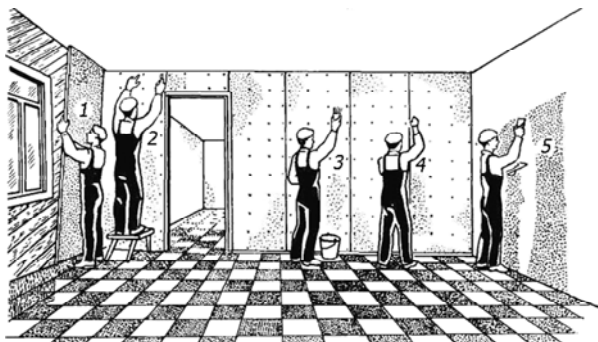


Рис. 17.9. Последовательность отделки стен помещений гипсокартонными листами:

- 1 – установка подготовленных листов; 2 – крепление листов гвоздями;
- 3 – грунтовка поверхности олифой; 4 – отделка стыков;
- 5 – сплошное шпатлевание поверхности

### ***Крепление листов мастикой к отвердевшим маякам из гипса.***

Перед началом работ поверхности разбивают на захватки, определяя места стыков листов. После этого провешивают поверхности стен и устраивают маяки.

Технология последовательность провешивания поверхности стен и устройства маяков изложена в подр. 17.2. В зависимости от материала облицовываемой поверхности для маяков применяют различные растворы. По кирпичным стенам маяки делают из известково-гипсового раствора состава 1:1. Располагают маяки так, чтобы на каждый гипсокартонный лист по ширине приходилось не менее трех вертикальных маяков и одного промежуточного. Марки устанавливаются ранжиром в створе плоскости по установленным маякам. Назначение марок – обеспечить жесткость облицовочных листов, соблюдая при этом горизонтальность и вертикальность плоскости облицовки. Часто марки устраивают из квадратных кусков гипсокартонных листов, наклеивая их на поверхность мастикой или гипсом. При этом опорные марки должны быть размером не менее 80×80 мм, а их количество таким, чтобы площадь марок составляла не менее 10 % общей площади наклеиваемого листа, что обеспечивает прочное приклеивание и необходимую жесткость листа.

Гипсовую мастику наносят на поверхность марок и маяков слоем не более 8 мм. Установленные листы на период схватывания мастики прижимают и закрепляют монтажными гвоздями или шурупами. В случае приклеивания листов гипсовой мастикой непосредственно к поверхности мастику под каждый лист наносят лепками, а под кромки листа – сплошной лентой с продухами (рис. 17.10).

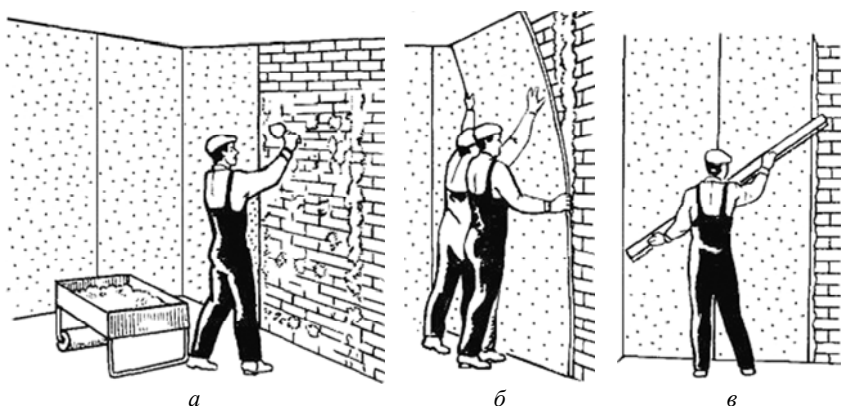


Рис. 17.10. Наклеивание гипсокартонных листов непосредственно к поверхности под правило:

*а* – нанесение мастики; *б* – установка листа;  
*в* – припрессовка установленного листа

Внутренние углы – лужги и наружные углы – усенки устраивают из гипсокартонного листа. Для лужга делают разрез без разрыва наружного картона. А для усенка – надрез на 3/4 толщины листа, при этом с каждой стороны надреза проводится срез кромки сухой штукатурки под углом  $45^\circ$ , что позволяет согнуть лист под прямым углом. В лужги и усенки наносят жидкую мастику или известково-гипсовый раствор, чтобы обеспечить прочность и жесткость угла. Дефекты выравнивают известково-гипсовым раствором. На практике часто применяют дырчатые облицовочные листы, по которым после их крепления производят беспесчаную накрывку (гипс с известковым тестом или гипс на клеевой воде).

На потолках листы крепят точно так же, как и на стенах. Прижимают их к потолкам рамами, которые опирают на стойки с подклиной, установленные на перекрытие.

## 18. ОКЛЕЙКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОЯМИ И СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПЛЕНКАМИ

### 18.1. Классификация обоев. Подготовительные работы

**Обои** являются одним из материалов, которые применяются для отделки внутренних стен помещений более четырех столетий. Обои представляют собой полосу (рулон) бумаги, лицевая сторона которой имеет тиснение. Ассортимент обоев очень широк. Их выпускают в рулонах шириной 0,5; 0,53; 0,56; 0,75 м, с кромками и без кромок. Длина обоев в рулоне: 6; 10,5; 12; 18 м. Средняя долговечность обыкновенных обоев – 6 лет; водостойких – 8 лет.

Для систематизации разновидностей обоев применяют условную классификацию.

*По водостойкости:* обычные, водостойкие, моющиеся.

*По виду поверхности:* гладкие, с рельефным рисунком, с глубоковыдавленным рисунком.

*По плотности:* легкие, тяжелые, тканевые, многослойные, специальные.

Сегодня промышленностью выпускается следующий ассортимент обоев: *негрунтованные, грунтованные, моющиеся (покрытые специальным пленкообразующим составом), ворсовые (лицевая поверхность покрыта ворсом различных волокнистых материалов), металлизированные (в накрывочный слой введена слюда или металлические порошки), на бумажной (линкруст) и тканевой основе, а также безосновные поливинилхлоридные пленки.*

**Раскрой и комплектацию обоев** рекомендуется производить централизованно в цехах или в специальных раскройных мастерских, оборудованных обоеобрезными машинами и столами для раскроя обоев и подбора их по рисунку. Как правило, заготовка и комплектация полотен выполняется на одну комнату или помещение.

*Обрезку кромок обоев*, выпускаемых в бобиных, а также попережное перфорирование (насечку) по заданной длине полотен с последующим сматыванием в бобины осуществляют механизированно на обоеобрезных станках и машинах производительностью 800–2000 м в смену. Для обрезки обоев, выпускаемых в рулонах, используют специальные столы конструкции «Главприокстроя», позволяющие раскраивать и подбирать обои по рисунку. Кромки обоев

обрезают, как правило, с одной стороны. У тисненых и других плотных обоев, которые при наклеивании соединяют впритык, кромки обрезают с двух сторон. Одновременно с комплектацией обоев заготавливают бумажную макулатуру (старые газеты и пр.).

В последние годы в строительстве используются передвижные станции для обойных работ, предназначенные для хранения оборудования и нормокомплекта, инвентаря и приспособлений, транспортирования на объекты материалов и раскроя обоев.

Обои наклеивают на монолитную штукатурку, бетон, фанеру или сухую штукатурку, при этом оклеиваемая поверхность должна быть ровной, жесткой и без пустот. С этой целью поверхности подготавливают: трещины замазывают и шлифуют, набелы из водорастворимых красок полностью снимают (смывают), поверхности очищают от загрязнений.

Для очистки поверхностей при больших объемах работ применяют затирочные машины СО-86 производительностью 40–50 м<sup>2</sup>/ч. При малых площадях и незначительной загрязненности очистку целесообразно производить лещадью, закрепленной в обойму.

*Бетонные поверхности при плохом качестве* полностью шпатлюют; отдельные крупные раковины шпатлюют 2–3 раза, а затем шлифуют. При подготовке поверхностей, облицованных листами сухой штукатурки, швы между ними, а также места с дефектами шпатлюют, зачищают и проклеивают бумагой. Деревянные поверхности, предназначенные под оклейку, обивают картоном, предварительно смоченным водой. Образовавшиеся при его высыхании швы заделывают так же, как и швы между листами сухой штукатурки.

Подготовленные и высушенные поверхности стен (за исключением тщательно затертых в заводских условиях бетонных панелей и листов сухой штукатурки с подготовленной под оклейку картонной поверхностью) оклеивают подклеечной бумагой впритык. После высыхания бумаги ее поверхность шлифуют пемзой или шлифовальной машиной.

Перед наклейкой обоев на поверхности наносят клей.

*В случае отделки ворсовыми и моющимися обоями* поверхности шпатлюют клеемаляными или синтетическими шпатлевками и шлифуют.

*При применении синтетических обоев на тканевой основе и синтетических пленок* оклеиваемые поверхности шпатлюют за 2 раза и шлифуют, а затем покрывают масляной краской под цвет пленки.



Температура в помещениях при выполнении обойных работ должна быть не менее 10 °С, влажность оклеиваемых оштукатуренных поверхностей – не более 8 %, деревянных – не более 12 % (в случае наклеивания пленки влажность стен не должна превышать 6 %).

## 18.2. Производство работ по наклейке обоев

Перед наклейкой обоев отбивают линию бордюра. Для этой цели используют приспособление с грифелем, укрепленным на ползуне, перемещающемся по рейке.

*Простые обои* наклеивают внахлестку, начиная от откоса окна или от угла стены с окном. При этом для нанесения клея на обои используют различные механизмы и приспособления, например механизм конструкции В. Крестинина. После нанесения клея и выдерживания обоев 5–10 минут на стеллаже полотнища в сложенном виде подают к месту наклейки. Рабочее место для выполнения обойных работ организуется в каждой комнате, подлежащей оклейке. Наклеивают обои со стремянки с широкими ступенями. При работе с обоями, заготовленными централизованно и укомплектованными на квартиру, применяют подмости-козелки размером 1370×570×850 мм с перекладиной для обоев. Верхний конец полотнища прижимают к стене, проверяют по отвешенной риску положение кромок, затем разглаживают его у верха, по длине, а потом в стороны. Для этой цели используют ветошь или щетки. В такой же последовательности, проверяя вертикальность кромок и совпадение рисунка, наклеивают остальные полотнища. Кромки полотнищ должны быть обращены в сторону света, чтобы не был виден стык. Бордюр или фриз (если они делаются) наклеивают после того, как оклеены обоями все стены.

*Ворсовые обои* наклеивают так же, как и обычные. Для работы рекомендуется применять клей КМЦ. Оклейку поверхностей производят впритык. Клеящий состав наносят за 2 раза с интервалом 15–20 мин, в течение которых обои увлажняются и набухают. Чтобы не повредить ворсовое покрытие в процессе наклейки, обои разравнивают и приглаживают в одном направлении.

Свежеоклеенные обоями поверхности не должны подвергаться воздействию солнечных лучей и сквозняков во избежание их растрескивания и отклеивания от стен.

*Линкруст* наклеивают после двойной проклейки бустилатом, разведенным водой (в соотношении 7:1). Перед наклейкой неразвернутые рулоны линкруста замачивают в течение 5–10 мин в горячей воде (50–60 °С), чтобы не повредить при раскатывании лицевой слой, а затем раскатывают и выдерживают во влажном состоянии 6–10 ч (до набухания). После этого нарезают на полотнища, подбирают по рисунку. Кромки полотнищ обрезают с двух сторон ножом по стальной линейке, затем на каждом полотнище проставляют номера, соответствующие последовательности наклейки. Листы линкруста наклеивают впритык. Для работы используют клей бустилат или клеящую мастику гуммилакс. Верхние кромки линкруста закрывают деревянными рейками, пластмассовыми или металлическими раскладками, которые крепят шурупами или гвоздями. После полного высыхания линкруста устанавливают плинтус и наличники.

*Поливинилхлоридные пленки на бумажной, тканевой основах и безосновные* наклеивают на поверхности, подготовленные так же, как под улучшенную масляную окраску, включая грунтовку жидкой масляной краской по шпатлевке с последующей зачисткой поверхности. Перед наклейкой пленки раскраивают специальными ножами на полотнища. На нарезанных полотнищах проставляют цифры, обозначающие очередность наклеивания. Обрезают кромки полотнищ, примыкающих к наличникам окон и дверей, а также к трубам. На верхнюю часть стены наносят линию отметки, которая обеспечивает горизонтальность верхней границы наклеиваемых пленок.

Оклейку поверхностей поливинилхлоридными пленками на тканевой основе производят в следующей последовательности: проклеивают поверхность стены с выдержкой 20 мин бустилатом, разведенным водой (в соотношении 7:1) или раствором эмульсии ПВА. В помещениях с повышенной влажностью к раствору эмульсии ПВА добавляют цемент. Наносят раствор с помощью поролонового ролика, кисти или щетки. При этом следят за тем, чтобы кромки пленок не промазывались. Наклеивают пленки внахлестку или впритык. При наклейке внахлестку полотнища укладывают одно на другое лицевой стороной вниз и равномерно намазывают клеевой состав. Пленку наклеивают через 10–15 мин. Для этого полотнище вплотную подносят к линии, отмеченной наверху стены, прижимают к поверхности и разглаживают пластмассовым шпателем от центра полотнища к краям и сверху вниз. При наклейке обоев впритык

кромки у полотнищ не промазывают, а через 24 ч прирезают. После прирезки края полотнищ отвертывают, промазывают клеем и приклеивают к стене, соединяя их впритык. При проклейке у подготовленных полотнищ обрезают обе кромки на ширину 2–3 мм. Остальные операции выполняют так же, как при наклейке внахлестку.

Поверхности под поливинилхлоридные пленки на бумажной основе подготавливают, как и под пленки на тканевой основе. Перед началом оклейки изоплен рекомендуется выдержать не менее 2 суток при температуре не ниже 18 °С. После этого рулон развертывают на раскройном столе и разрезают на полотнища. Раскроенные полотнища раскладывают лицевой стороной вниз в стопки и выдерживают до полного распрямления. Для приклеивания пленки изоплен используют клей КМЦ или клеящую мастику гуммилакс. Клей наносят на поверхности стен и тыльную сторону пленки. Полотнища пленок приклеивают внахлестку сверху вниз. Верхние и нижние кромки полотнищ на высоту 20 мм не промазывают. Прирезку швов производят ножом сразу же после наклеивания. В углах помещения полотнища наклеивают с припуском 20–30 мм на одну из сторон угла во избежание соединения пленок в его центре. После обрезки кромок швы тщательно разглаживают влажной ветошью. При наклейке пленку заводят за плинтусы и наличники. Пятна клея с пленок снимают немедленно чистой ветошью или марлей.

Под самоприклеивающиеся поливинилхлоридные пленки поверхности готовят так же, как при наклейке пленок на тканевой основе. Грунтовку поверхности производят олифой за 24 ч или эмульсией ПВА за 10 ч до наклейки. Перед производством работ рулоны раскатывают, нарезают полотнища и выдерживают при температуре не менее 18 °С в течение 48 ч, чтобы полностью устранить волнистость. Полотнища наклеивают сверху вниз по отметкам вертикальной линии у потолка и пола. Перед наклейкой пленки бумажную подложку с нее снимают на длине 80–100 мм и полотнище липкой поверхностью временно закрепляют у потолка. После этого подложку отделяют по всей длине полотнища и окончательно закрепляют у потолка, прижимая мягкой щеткой, которую передвигают сверху вниз и от центра к краям. Приклеенное полотнище приглаживают резиновым валиком. Оклежку производят внахлестку на ширину 5–10 мм с учетом рисунка. При этом кромка наклеиваемого полотнища должна быть обращена в сторону света, чтобы не был

виден стык. В углах помещения пленку наклеивают внахлестку с припуском на одну из сторон, чтобы не было стыка в центре угла.

Для наклеивания бесосновных пленок, не имеющих клеевого слоя, применяют клеящие мастики гуммилакс или кумароно-каучуковую марки КН-2. Технология наклеивания такая же, как и пленок на бумажной основе. Работы по оклейке стен всеми видами поливинилхлоридных пленок необходимо производить при постоянном проветривании помещений.

### 18.3. Жидкие обои

Благодаря хорошим гигиеническим и эстетическим свойствам жидкие обои получили широкое применение в жилищном строительстве.

В настоящее время жидкие обои производят фирмы «Франц Декор» (Франция), «Силкот», «Коза» (Турция), японские фирмы. Цена за квадратный метр французских жидких обоев доходит до 30 долларов. Турецкие обои несколько дешевле (23–31 доллар за 4 квадратных метра). В России выпускаются жидкие обои «Стенол» и «Датская декоративная штукатурка». По цене они приблизительно равны цене стандартного рулона бумажных обоев.

Жидкие обои представляют собой сухую композицию из натуральных хлопковых или целлюлозных волокон, высококачественных красителей и клеевого состава, которая упакована в пластиковый пакет. Для подготовки к употреблению достаточно сухую композицию размешать в требуемом (по инструкции) количестве воды.

Жидкие обои состоят из натуральных компонентов, имеющих нейтральный электрический заряд. Это обеспечивает их антистатические свойства: они не собирают пыль. Что имеет огромное значение для сохранения здоровья. Жидкие обои отвечают современным стандартам пожаробезопасности.

Они могут использоваться для отделки комнат, коридоров квартир и офисных помещений. Широкий спектр цветов позволяет варьировать оттенки. Жидкие обои скрывают небольшие трещины и дефекты, заполняют щели в местах прилегания наличников, плинтусов, рам, розеток и выключателей, не имеют швов.

Микропористая структура обеспечивает тепло- и звукоизоляционные свойства – можно сказать, что жидкие обои «дышат».

При «усадке» дома и появлении мелких трещин за счет своей эластичности они не деформируются и не рвутся.

Участки обоев с сильным загрязнением можно легко заменить. Для этого обои с дефектом отрывают от стены, и на их место наносят новые.

**Технология нанесения жидких обоев.** До начала работ по нанесению жидких обоев поверхность стен очищают от загрязнения, удаляют плохо сохранившиеся старые покрытия, обрабатывают антисептиком участки, пораженные грибком, обеспыливают и при необходимости просушивают. Поверхность стен под обои желательно грунтовать, особенно если она покрыта масляной краской, или выполнена из кирпича. При наличии старых лакокрасочных покрытий, участков с различной впитываемой способностью и других проблемных поверхностей, наносится гидроизоляционная грунтовка на основе акриловых связующих. Рекомендуется грунт-фиксатор «Изакрилико» (Испания). Также возможно использование вододисперсионной акриловой грунтовки «АСТАР», «БАЙРАМЛАР» (Турция) или аналогичные грунтовки на вододисперсионном связующем. Для оштукатуренных, неокрашенных поверхностей в качестве грунтовки можно использовать водоземлюльсионные краски. Жидкие обои наносятся после высыхания слоя грунтовки. В зависимости от объемов работ они могут наноситься вручную с помощью шпателя или с применением специального пистолета-хоппера. Толщина слоя жидких обоев от 2 мм до 5 мм (в зависимости от фирмы производителя). Нанесение жидких обоев производить при температуре не ниже +10 °С. Покрытие высыхает от 12 до 72 часов в зависимости от температуры и влажности в помещении. После высыхания жидких обоев возможно покрытие акриловым лаком для увеличения влагостойкости покрытия.

#### **18.4. Стекловолоконистые обои**

Основу для изготовления стекловолоконистых обоев составляют натуральные материалы: кварцевый песок, сода, известь и доломит, т. е. чисто минеральные материалы, не содержащие токсических компонентов. Исходным материалом является специальное стекло, из которого при температуре около 1200 °С получают волокна, которые затем формуют в пряжу различных видов и толщины. Открытая петельная структура способствует натуральной пароводяной диффузии, что значительно улучшает климатические условия в по-

мещении. Такие обои долговечные, экологически чистые, легко чистятся или моются, негорючие.

Лидером по производству высококачественных стеклообоев в мире является фирма «MERMET» (Франция). Обои выпускают в рулонах: длина (стандартная) – 50 метров; ширина – 10 см.

**Технология производства работ.** До начала работ по наклейке обоев необходимо подготовить основание. Основание для стекловолоконистой ткани должна быть сухим, чистым, ровным и прочным. Наклейка обоев разрешается на основания, имеющие небольшие трещины. При наличии трещин и раковин размерами более 5 мм поверхность необходимо выровнять растворами или шпатлевками. Полностью удаляются старые обои. Непрочные и впитывающие влагу основы грунтуются. Если основа плитка – необходимо выполнить тщательное шпатлевание поверхности.

Для приклеивания полотнищ стеклообоев к любому основанию применяется виниловый клей (типа «Ovalit V», «Miroplak 100»). На сильно впитывающие поверхности наносится клей, немного разбавленный водой. Клей наносится валиком на оклеиваемую поверхность только по ширине полотнища.

Предварительно нарезанные от рулона полотнища наклеиваются сразу же после нанесения клея. Первое полотнище наклеивают с помощью отвеса. Сверху его разглаживают мягким резиновым обойным валиком. Неровности разглаживаются легким натиском обойного шпателя. При наклейке обоев необходимо следить за тем, чтобы кромки ткани были неповрежденными. Поврежденные кромки обрезаются ножом, приложив стальную линейку.

Окраска обоев выполняется после полного высыхания клея. Краску наносят в 2 слоя валиком. Для окраски стеклообоев рекомендуется применять следующие типы красок: латексные краски; силикатные краски; акриловые лаки; лаки из алкидной смолы; полиуретановые лакокраски.

## 19. ОБЛИЦОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

### 19.1. Общие положения

**Облицовка плиточными материалами** – это слой отделки поверхностей из искусственных плиток, плит, профильных деталей, прикрепленных к отделываемой поверхности на растворе, на клею или иными крепежными элементами.

Облицовка, как и штукатурка, предохраняет конструктивные элементы зданий и сооружений от воздействия окружающей среды, повышает их долговечность, улучшает тепло- и звукоизоляцию, придает им эстетичный вид.

В зависимости от места устройства облицовок на здании и сооружении их подразделяют на внутреннюю и наружную.

**Работы по устройству наружной облицовки должны** начинаться не раньше, чем через 6 месяцев после окончания кирпичной кладки на всю высоту стен и полной осадки здания, причем на такой стадии, когда исключена возможность повреждения облицовки из-за выполнения последующих строительно-монтажных работ.

Наружная облицовка находится в неблагоприятных эксплуатационных условиях. Она испытывает температурные, ветровые, химические воздействия, влияние воздушной среды. Кроме того, на облицовку воздействует мигрирующая влага, содержащая растворы солей, которые она получает из цементно-песчаного раствора кладки зданий (особенно при производстве работ при отрицательных температурах).

Для облицовки фасадов используют гранит, габбро, известняк, плитки керамические фасадные (ГОСТ 13996-90), плиты из шлако-ситалла (ГОСТ 19246-82), плиты «Марблит» (ТУ 265-80), смальту глушенную цветную (ТУ 21-23-140-82), сайдинги из различных материалов и др.

**Внутренние облицовочные работы** производят после окончания всех общестроительных и специальных работ: устройства кровли, установки перегородок, стеклопакетов и дверных коробок, прокладки и опробования санитарно-технических систем, выполнения скрытой проводки, устройства основания под чистые полы. Облицовочные работы внутри помещений допускается выполнять при температуре воздуха внутри помещений не менее 10 °С, влажности поверхности не более 8 % при облицовке на мастиках и клеях (при

использовании цементно-песчаных и сложных цементно-известковых растворов влажность не ограничивается), вентиляции, обеспечивающей относительную влажность воздуха не более 70 %.

Облицовываемые поверхности должны быть чистыми, шероховатыми, жесткими и надежно закрепленными. Они не должны иметь открытых швов, сквозных трещин, отклонений от вертикали более 3 мм на 1 м высоты, неровностей в виде выступов и углублений более 15 мм, высолов и жировых пятен. Кирпичные и оштукатуренные поверхности выравнивают и размечают, оштукатуренные поверхности, кроме того, насекают, очищают от пыли промывкой.

Облицовочные работы, как правило, ведут до устройства плиточных полов при наличии на стенах проектных отметок выше уровня чистого пола на 1 м.

Для устройства внутренней облицовки используют следующие материалы: плитка керамическая глазурованная (ГОСТ 6141-91); плитка стеклянная облицовочная (ГОСТ 17057-89); полистирольные плитки; листы декоративного бумажно-слоистого пластика (ГОСТ 9590-76); облицовочные плиты из пиленого природного камня; декоративные поливинилхлоридные панели «Полидекор» (ТУ 400-1-96-77); декоративные панели «Полиформ» (ТУ 400-1-95-77); полипропиленовые листы, древесноволокнистые твердые плиты с лакокрасочным покрытием (ГОСТ 8904-81) и др.

Перед началом облицовочных работ производится сдача-приемка поверхностей под облицовку по акту с участием производителей работ и бригадиров. Поверхности должны быть очищены от раствора, грязи, масляных пятен и пыли, выровнены, насечены и отгрунтованы. Незначительные объемы этих работ выполняют вручную, используя различные ручные инструменты, в остальных случаях применяют механизированные инструменты.

## **19.2. Материалы, применяемые для облицовки внутренних поверхностей зданий и сооружений**

Основными материалами для облицовки внутренних стен и перегородок являются: *плитка, изготовленная на предприятиях стройматериалов; цементно-песчаный раствор, мастики и клея для крепления облицовочных плит к основанию, а так же материал затирок (фуга) для заполнения швов между плиткой.*



**Облицовочная плитка.** На сегодня для облицовки внутренних стен и перегородок применяют керамическую плитку; стеклянную плитку; полистирольную плитку; пластиковую плитку; минеральную плитку; облицовочные плиты из природного камня.

**Керамическая плитка** является одним из наиболее практичных и удобных облицовочных материалов. Изготавливается плитка из смеси глины, кварцевого песка и других природных составляющих и прошедшее обжиг в печи при температуре от 1000 до 1300 °С.

В зависимости от технологии производства все керамические плитки делятся на несколько типов.

*Прессованная плитка* имеет более ровную поверхность и строго соответствует установленным техническими условиями размерам. Для изготовления прессованной плитки используются порошкообразные смеси из глины, песка и различных природных материалов, которые затем уплотняются под прессом.

*Экструдированная плитка* выпускается следующей номенклатуры: фигурная; угловая фасонная; фасонные детали плитуса; карнизные фасонные детали. Производят ее из увлажненных, доведенных до тестообразной консистенции порошкообразных смесей, формование которых осуществляется путем прохождения через экструдер – агрегат, работающий по принципу мясорубки. Керамическая плитка выпускается фигурная, угловая фасонная, плитусовые фасонные детали, карнизные фасонные детали.

*Керамическая плитка выпускается глазурованная и неглазурованная.*

Лицевая поверхность глазурованной плитки покрыта слоем цветного стекла, не только придающего изделиям эстетичный внешний вид, но и делающего их твердыми и водонепроницаемыми. Неглазурованная плитка характеризуется однородностью состава по всей толщине и однотонностью. Как правило, на ней отсутствуют какие-либо декоративные орнаменты.

Керамическая плитка выпускается одинарного и двойного обжига. Одинарный обжиг проходят как глазурованные, так и неглазурованные плитки. Такие изделия подходят для внутренней отделки стен, перегородок, колонн и простенков. Двойному обжигу подвергается только глазурованная плитка. Благодаря этому она приобретает особую прочность, что делает ее незаменимой для облицовки пола и выполнения наружных отделочных работ.

Пористость плитки определяется способностью ее основы впитывать влагу: чем больше пористость, тем выше влагопоглощающая способность изделия и тем ниже его морозостойкость, и наоборот. Для внутренней отделки стен, как правило, используется керамическая плитка. Выпускается она в ассортименте, включающем в себя 28 типоразмеров. Несмотря на все разнообразие видов плиток, при облицовке стен в основном применяют плитку квадратной формы и в определенных случаях – прямоугольную плитку. Стандартные размеры квадратных плиток – 100×100, 150×150 и 200×200 мм, а прямоугольных – 150×25, 150×75, 150×100, 150×200 и 150×250 мм. Толщина плитки – от 3 до 3,5 мм. Помимо обычных плоских керамических плиток, в продаже имеются и плитки со встроенными деталями, например с крючком для полотенец, с подстаканником, мыльницей и полочкой. Размеры таких плиток бывают либо стандартными, либо в 2 раза больше.

*Стеклопанельная плитка* изготавливается из отходов стеклопроизводства по особой технологии с использованием различных добавок. Стеклопанельная плитка находит широкое применение при выполнении наружной и внутренней отделки стен зданий, ее используют для создания декоративных панно, карт ковровой мозаики, прекрасно вписывающейся в интерьер перегородок (в этом случае берут стеклянные плитки толщиной до 40 мм). Выпускается несколько разновидностей облицовочных плиток из стекла: эмалированные стеклянные плитки; стеклокерамика; стеклянные плитки и плиты «Стемалит»; стеклянные плитки и плиты «Марблит»; стеклосодержащие специальные облицовочные плитки «Пендекор».

Стеклопанельные плитки внешне несколько проигрывают керамическим, но по основным характеристикам ни в чем им не уступают: они прочны, морозостойки, водонепроницаемы, огнеупорны, обладают повышенной твердостью, гигиеничны.

Для отделки стен в кухне, ванной комнате, туалете и душевой рекомендуется применять *эмалированные стеклянные плитки*. Эти плитки выпускаются следующих размеров: 100×100, 75×150 и 150×150 мм, толщиной 3–9 мм. Благодаря титановой эмали, используемой в производстве, плитки светонепроницаемы и имеют насыщенный цвет.

Этот облицовочный материал производится из термопластичных полимеров с добавлением наполнителей (мела, талька, гипса). Для получения соответствующего цвета в смесь вносят органические красители, а для устранения прозрачности вводят глушители.

*Полистирольная плитка* находит широкое применение при облицовке внутренних стен и перегородок. Это достаточно легкий и прочный облицовочный материал, который производится из термопластичных полимеров с добавлением наполнителей (мела, талька, гипса). Для получения соответствующего цвета в смесь вносят органические красители, а для устранения прозрачности вводят глушители. Полистирольная плитка маловосприимчива к воздействию слабых растворов кислот, щелочей, очищающих и дезинфицирующих средств. Плитка выпускается квадратной формы, размерами 150×150, 100×100 мм и прямоугольной формы, размером 300×100 мм, толщиной 1,25 или 1,35 мм. При этом толщина плитки может колебаться в пределах 0,2 мм, а длина и ширина – 0,5 мм. Производятся также фризковые полистирольные плитки (с ложным швом, сдвоенные) размерами 100×20,5 и 150×20,5 мм.

Для лучшего сцепления плитки с клеящей мастикой и обеспечения желаемой жесткости конструкции с тыльной стороны изделия имеется порожек высотой 0,25 мм, а на всю плоскость плитки нанесено рифление квадратной формы.

*Пластиковая плитка* используется в качестве облицовки для внутренней отделки помещения. Это материал на основе полимеров (винила и др.).

Относится к группе однородных покрытий (из-за равномерного распределения компонентов по всей толщине изделия). Характеризуется малой плотностью, высокой прочностью и водонепроницаемостью.

Выпускается пластиковая плитка различных форм и цветов, благодаря чему становится возможным создание поверхностей под дерево или под камень.

Разновидностью пластиковой плитки является кварц-виниловая плитка, получаемая путем прессования при высокой температуре смеси из винила, кварцевого песка и различных добавок (красящих пигментов, пластификаторов и др.).

*Кварц-виниловая плитка* с корундом обладает высокой износостойкостью, пожаробезопасностью (выдерживает нагревание до 200 °С), химической стойкостью и хорошими антискользящими свойствами, благодаря чему ее можно использовать для облицовки пола.

Кварцевый песок делает плитку устойчивой к воздействию химических веществ, износо- и термостойкой, а пластификаторы придают изделиям ударопрочность и некоторую гибкость.

Одним из новых облицовочных материалов является *виниловая плитка с гранулами корунда и кварцевого песка*. Для повышения износостойкости в поверхностный (защитный) слой такой плитки включены частицы карбида кремния, не уступающие по твердости алмазу.

Кварц-виниловая плитка выпускаются стандартных размеров: 300×300 и 600×600 мм, толщина варьируется от 1,6 до 4 мм (оптимальный вариант – 2–2,6 мм).

*Минеральная плитка* – это облицовочный материал на основе минералов, предназначенный для отделки стен и потолков в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 70 %. Характеризуется высокой звукопоглощаемостью, хорошей огнестойкостью.

Минеральная плитка выпускается квадратной формы размерами: 300×300, 600×600 и 900×900 мм, толщиной 20 мм и прямоугольной формы облегченной конструкции.

Облицовка потолка минеральной плиткой производится с помощью чернового каркаса, при облицовке стен и перегородок используются декоративные раскладки. Имеющиеся на боковых гранях плиток пазы и выступы облегчают крепление к каркасу и декоративным раскладкам.

***Облицовочные плиты из природного камня.*** Для облицовки используют относительно тонкие (толщиной до 10 мм) плитки (плиты). Их получают путем распиливания глыб горных и осадочных пород с последующей шлифовкой и полировкой.

Эксплуатационные характеристики плит из природного камня зависят от того, из каких горных пород они изготовлены.

*Гранит* имеет зернисто-кристаллическую структуру и может быть мелко- и крупнозернистым. Мелкозернистый гранит обладает большей сопротивляемостью механическим воздействиям. Гранит малопорист, поэтому для него характерна низкая в водопоглощаемость, которая, в свою очередь, придает облицовочным плитам из гранита морозостойкость и долговечность.

*Мрамор* имеет зернисто-кристаллическую структуру. Он хорошо поддается обработке – относительно легко распиливается, шлифуется и полируется. Мрамор может иметь белую, серую, желтую, розовую, красную и черную окраску с характерными прожилками или без них.

Благодаря влагостойкости мрамор – идеальный материал для облицовки ванной комнаты.

Плиты из природного камня для внутренней облицовки должны быть отшлифованы и отполированы. Укладку плит из природного камня осуществляют на цементно-песчаный раствор или полимерцементную мастику.

**Крепление облицовочных плит к основанию** выполняется на цементно-песчаном растворе, мастиках и клеях.

**Цементно-песчаный раствор** применяется для устранения неровностей на облицовываемой поверхности, для укладки керамической, стеклянной и гипсовой плитки, плит из природного камня, а также для заделки швов.

В состав цементно-песчаного раствора входят портландцемент, строительный песок и вода.

**Мастики** – это пластичные смеси, получаемые из органических или синтетических связующих, минеральных или пылевидных наполнителей и различных добавок, улучшающих качество раствора.

Мастики, используемые для облицовочных работ, делятся на две большие группы: мастики, которые готовят на рабочем месте, непосредственно перед началом облицовки, и мастики заводского приготовления, которые продаются в готовом виде.

*По виду связующих, применяемых в них, мастики подразделяются на битумные, казеиновые, гипсовые, полимерные и битумно-полимерные мастики.*

Для приготовления *битумных мастик* предпочтение отдается строительным нефтяным битумам марок БН 50/50, БН 70/30 и БН 90/10. Первое число в маркировке обозначает температуру размягчения, то есть температуру, до которой необходимо разогреть битум для использования его в приготовлении битумных мастик.

Все свои основные физические свойства, а именно гидрофобность (несмачиваемость водой), водостойкость, морозостойкость и пластичность (при положительной температуре), битумы передают мастикам, изготовленным на их основе.

*На основе казеинового клея* готовят казеиновую и казеиноцементную мастики. Для этой цели выпускаются три марки клея: «Обыкновенный» (ОБ), «Особый» (В-105) и «Экстра» (В-107). Казеиновый клей представляет собой порошок серого цвета, однородный по составу, со специфическим запахом.

*На основе гипсового вяжущего* готовят гипсовую мастику (гипсовый раствор). Гипсовые вяжущие представляют собой порошко-

образную массу белого цвета. По степени помола различают гипсовые вяжущие грубого, среднего и тонкого помола. При приготовлении гипсовой мастики для облицовочных работ используются гипсовые вяжущие тонкого помола. Степень помола можно определить по прохождению гипсовых вяжущих через сито с размером ячеек  $0,2 \times 0,2$  мм: тонкий помол практически не дает остатка на сите.

Гипсовые вяжущие очень гигроскопичны, поэтому их следует хранить в месте, недоступном для влаги.

*Полимеры*, используемые при приготовлении полимерных мастик для облицовочных работ, условно можно разделить на термопластичные (дисперсия ПВА, инден-кумароновые полимеры), терморезистивные (эпоксидные полимеры) и органические (масляные лаки, смолы, олифы).

В качестве наполнителя при приготовлении мастик используется портландцемент марок 400 и 500, асбест, тальк и известняковая мука. Добавками, улучшающими качество мастик, могут служить резиновая крошка, резиновый клей, кумароновая смола, канифоль, скипидар.

Укладку плитки можно осуществлять сразу после нанесения мастики, она легко разбавляется водой и быстро схватывается. Однако времени на исправление погрешностей при укладке плитки практически нет, поскольку мастика быстро твердеет. Выпускается также набор компонентов, которые необходимо смешивать непосредственно в ходе укладки плитки.

Для заделки швов можно использовать как растворы, так и мастики. Что касается готовой продукции, производители стройматериалов предлагают для этой цели специальную затирку для швов.

**Клея.** При облицовочных работах применяются синтетические, клея промышленного производства. Поставляются они в готовом виде. Рекомендуются, в местах, где требуется наибольшая прочность приклеивания, применять клеи 88 и 88Н.

**Материал затирок.** Для заполнения швов между отдельными плитками применяется фуга, которая подразделяется на следующие три основные группы.

*Простые и универсальные затирки* для обычных плиток и обычных условий эксплуатации. Они изготавливаются на базе минеральных компонентов с добавлением полимера. Ширина шва – до 6 мм.

*Специализированные затирки* для широких швов (от 4 до 16 мм) или особых условий эксплуатации, как правило, это система *flex*.

Изготавливаются из минеральных компонентов с большим содержанием полимеров. Обеспечивает подвижку и деформации шва без его разрушения.

*Специализированные особые виды затирок* для облицовки стен бассейнов. Изготавливаются, как правило, из полимерных составляющих.

Расход затирки зависит от размера плитки и ширины шва (например, для плитки 20×20 см и швом 2 мм составляет 300 г на 1 м<sup>2</sup> площади плитки).

Приготовленный для затирки швов раствор должен быть пластичен. Смеси можно применять как внутри, так и снаружи зданий, в сухих и мокрых помещениях. При затвердевании швы становятся влагостойкими, а также стойкими к высоким и низким температурам.

### **19.3. Технология облицовки поверхностей плиткой**

Облицовка поверхностей плитой является комплексным технологическим процессом, который включает: сортировку и подготовку облицовочной плитки и изделий; приготовление растворов, клеящих составов и мастик; заготовку крепежных элементов; провешивание, устройство гипсовых маяков или металлических порядовок; разметку облицовываемой поверхности и высверливание отверстий в ней для установки крепежных элементов; установку плит и деталей облицовки.

**Облицовка керамической плиткой на цементном растворе.** Для крепления плиток цементно-песчаные раствор готовится на портландцементе марки не ниже М400, мелкого строительного песка и воды, взятых в следующих массовых частях 1:2:0,4.

*Технология приготовления раствора следующая.* Вначале тщательно смешивают сухие материалы, а затем затворяют их водой. Перед укладкой плитки проверяют качество растворной смеси. Для этого небольшое ее количество наносят на увлажненную цементным молочком тыльную сторону плитки, затем переворачивают и слегка встряхивают плитку. Если на плитке останется раствор слоем не менее 3 мм, приготовленную смесь следует считать качественной. Если же весь нанесенный раствор сразу же падает на пол, значит, в него нужно добавить смесь цемента и песка.

*Цементное молочко* готовят из портландцемента и воды, взятых в соотношении массовых частей – 1:4.

По завершении работ по выравниванию и устранению дефектов на облицовываемой поверхности стены приступают к ее **разметке и провешиванию**. *Разметка и провешивание* – это выноска и закрепление на облицовываемой поверхности стены прямых линий, как по вертикали, так и по горизонтали. Провешивание стен по вертикали начинают с забивки гвоздя (обозначен буквой А) на верхнем уровне облицовки на расстоянии примерно 30 см от угла примыкающей стены. Его шляпка должна выступать над стеной на толщину плитки и толщину слоя раствора. Затем к шляпке гвоздя «А» закрепляют нить отвеса и по нему на расстоянии 25 см от пола вбивают гвоздь (обозначен буквой Б) так, чтобы его шляпка касалась отвеса. После этого натягивают шнур между этими двумя гвоздями.

Провешивание другой стороны стены выполняется следующим образом. При помощи гибкого уровня, используя принцип сообщающихся сосудов, определяют точку для верхнего гвоздя (обозначен буквой В).

Закрепив гвоздь «В» в стене, с помощью отвеса, привязанного к шляпке гвоздя «В», определяют место для вбивания гвоздя «Г». Затем натягивают шнур-причалку между гвоздями «В» и «Г».

Если гвозди вбиваются в поверхность стены с большим трудом, используют марки из гипсового раствора, устанавливаемые следующим образом. Небольшое количество гипсового раствора прижимают мастерком к стене в том месте, где необходимо вбить гвоздь, затем, пока раствор не схватился, устанавливают в марку гвоздь.

Причальные шнуры, натянутые между гвоздями А-Б и В-Г, определяют вертикальность будущих рядов облицовочной плитки: они помогают контролировать выравнивание вертикальных стыков в процессе укладки плитки. Схема технологических операций по провешиванию стен дана на рис. 19.1.

Затем с помощью гибкого уровня определяют места установки маячных плиток по горизонтали (рис.19.1). Маячные плитки устанавливают с учетом толщины слоя раствора (10–15 мм), примерно через 60 см друг от друга. Сначала крепят две верхние маячные плитки затем две нижние (на уровне первого ряда плитки). Они должны быть строго на одной линии по вертикали и по горизонтали. По краям стены ставят маячные рейки-отвесы длиной до 2 м и сечением 40×40 мм. Эти рейки-отвесы используются для крепления к ним направляющего горизонтального шнура, под который



кладут плитки. Маячные рейки-отвесы должны ложиться концами на марки, поэтому при облицовке протяженных стен требуется установка промежуточных маяков.

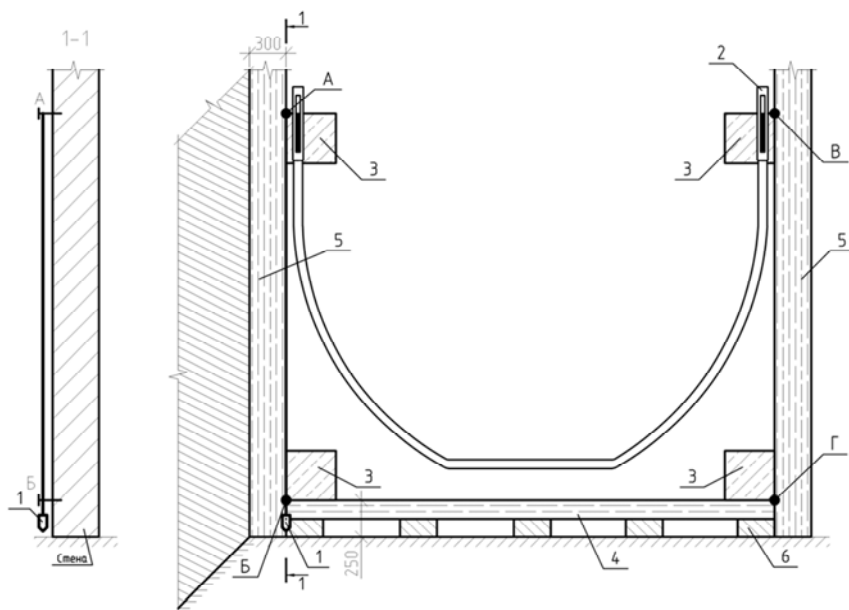


Рис. 19.1. Провешивание стен и установка маячных плиток:

*A, B, B, Г* – гвозди;

*1* – отвес; *2* – гибкий уровень; *3* – маячная плитка;

*4* – опорная рейка; *5* – рейка-отвес длиной до 2-х метров; *6* – подкладка

*Облицовку стен ведут снизу вверх или сверху вниз. Технологическая схема при облицовке сверху вниз дана на рисунке (рис. 19.2).*

Рекомендуется следующая технологическая последовательность выполнения работ. За 6–8 часов до начала облицовки необходимое количество плитки на смену погружают в чистую воду, чтобы вода заполнила все поры. Перед самой укладкой плитки ее обратную сторону надо смочить водой с целью ее очистки от пыли. При нанесении на обратную сторону плитки раствора необходимо придать ему форму усеченной пирамиды, большое основание которой равно самой плитке, а скос граней составил бы около 30° от вертикали. Раствор должен заполнить все пространство и не оставить под

углами пустых мест. После нанесения раствора плитку резким, но несильным движением, чуть вращая вокруг нижней грани, прижимают к стене.

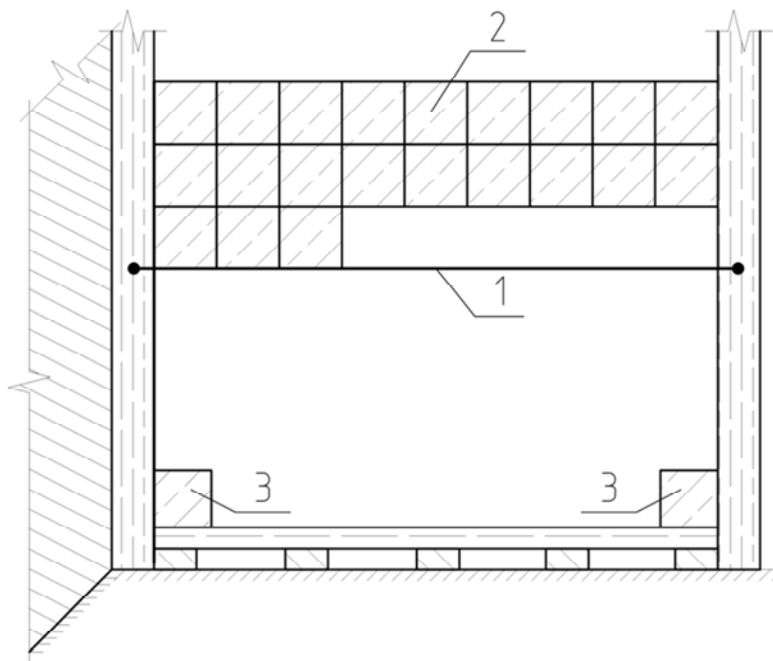


Рис. 19.2. Технологическая схема при облицовке сверху вниз:  
1 – направляющий горизонтальный шнур;  
2 – плитка; 3 – маячная плитка

*Точная и качественная установка плиток в проектное положение обеспечивается следующими технологическими операциями.*

Край плитки должен касаться натянутого шнура. Этим обеспечивается контроль горизонтальности при облицовке сверху вниз (рис. 19.2). На плитку следует надавливать ладонью и осторожно простучать по деревянной накладке (а не по самой керамике). После завершения укладки каждого ряда проверяют отсутствие волнистости – с помощью маячной рейки, а вертикальность швов – отвесом.

Для уменьшения трудоемкости работ рекомендуется использовать рейку-порядовку В. Радаева (рис. 19.3).

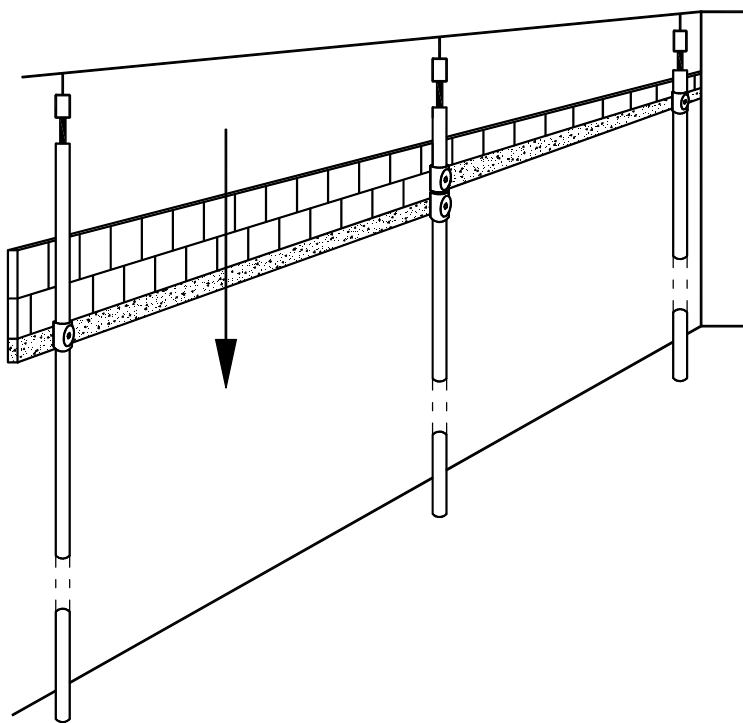


Рис. 19.3. Рейка-порядовка В. Радаева

При использовании рейки-порядовки (рис. 19.3) стойки опирают на пол, затем выравнивают в плоскости стены по отвесу с удалением от нее на расстояние, равное толщине облицовки, но не более 15 мм. Поскольку работы по облицовке ведут горизонтальными рядами сверху вниз, для выдержки раствора в уложенном ряду необходимо время. Рейку для установки следующего ряда плиток опускают только после схватывания раствора уложенного ряда.

Для обеспечения одинаковых промежутков между плитками в горизонтальные швы при облицовке стен помещают небольшие прокладки (крестики), ограничивающие их толщину (рис. 19.4).

Когда раствор схватится, прокладки (крестики) вынимают, а пустоты заполняют материалом затирок для заполнения швов (фуга), растирая резиновым шпателем. После затвердения материала затирки излишки следует удалить сухой тряпкой и расчистить швы.

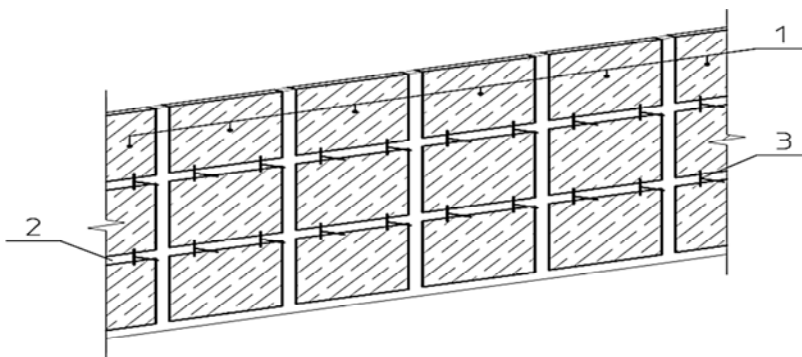


Рис. 19.4. Установка прокладок (крестиков), ограничивающих толщину шва:  
 1 – плитка; 2 – швы между плитками;  
 3 – прокладка, регулирующая толщину шва (крестики)

**Облицовка стен плиткой на мастике** менее материалоемка и трудоемка по сравнению с облицовкой на растворах. Объясняется это тем, что отсутствуют работы, связанные с выравниванием облицовываемой поверхности и исправлением дефектов. Как правило, для облицовки стен зданий применяют следующие мастики.

*Казеиновая мастика* готовится на основе цемента. Для этого 1 часть казеинового клея смешивают с 3 частями портландцемента марки М400, 1 частью строительного мелкозернистого песка и 2,5 частями теплой воды. Затем все это перемешивают и используют в течение 1,5 часов.

*Битумно-латексная мастика* по составу (% по массе): битум – 49 %, латекс СКП-65ГП – 5 %, известняковая мука – 25 %, бензин – 21 %. Готовую битумно-латексную мастику можно использовать только после ее охлаждения до температуры около 18–20 °С.

*Битумно-скипидарная мастика* по составу (в % по массе): битум – 65 %, портландцемент – 5 %; скипидар – 8 %, уайт-спирит – 17 %; латекс СКС-65ГП – 5 %.

**Технология облицовки стен на мастике** включает следующие операции.

Выноска и закрепление на облицовываемой поверхности стены прямых линий, как по вертикали, так и по горизонтали выполняется аналогично, как и на рис. 19.1. Перед началом работ по облицовке

стены не ее поверхность наносят грунт: 8 %-ный раствор дисперсии ПВА (слой 1–2 мм) или 3 %-ный водный раствором клея КМЦ. Затем полутерком наносят слой мастики. Первый (нижний) горизонтальный ряд плиток опирается на опорную рейку (рис. 19.1). Тыльную сторону плитки покрывают 10 %-ной ПВЛ-дисперсией или слоем мастики КПП толщиной 2–5 мм и затем аккуратно с нажимом ее ставят на место. Для осаживания плитки в проектное положение по ней постукивают деревянным брусом. Прижимают плитку для того, чтобы под ней не осталось не проклеенных участков. Выдавленную мастику удаляют шпателем. Ширина швов между плитками не должна превышать 2,5 мм. Швы между плитками мастикой не заполняются. Для обеспечения одинаковой толщины швов, рекомендуется в углубления швов устанавливать прокладки (крестики) (рис. 19.4). Когда мастика схватится, прокладки удаляют, а пустоту заполняют материалом затирок для заполнения швов (фуга), растирая резиновым шпателем. После затвердения материала затирок излишки следует удалить сухой тряпкой и расчистить швы.

**Облицовка стен керамической плиткой на клею** выполняется с применением клеевых смесей в виде порошков, затворенных водой. Сухие смеси для укладки керамических стеновых плиток выпускают в больших количествах иностранные (сейчас практически все их заводы на территории бывшего СССР) и отечественные производители. В качестве примера можно привести такие клеевые смеси: «Vetonit» «Optiroc Oy», «Multi» от «Kreisel», «Scanfix» от «OY Scan-mix AB», «Ceresit» от «Henkel Bautechnik» и др. Готовых к употреблению клеев в продаже немного: «Kakellim № 3461» от «Calso», «Fliesenkleber» от «Pufas», «Litoacril LA 315» от «Litokol S.P.A.», универсальный полимерный клей от «Dragon».

Сухие клеевые смеси применяются для укладки керамических стеновых плиток на оштукатуренные кирпичные и бетонные стены. Если в клеевой раствор добавить эластичную эмульсию, то его можно применять для приклеивания керамических плиток на гипсокартонные плиты, на водостойкие древесностружечные плиты, а также на старые керамические плитки. Добавка эмульсии приводит к улучшению эластичности клея, благодаря чему он лучше держится на основании. Характерной чертой большинства клеевых растворов является тонкий слой склеивания, что требует старательного выравнивания основания.

Расход клеевого раствора зависит от размера плитки: чем она больше, тем и расход больше. Обычно на практике пользуются следующими примерными соотношениями: для плитки со стороной 5–10 см – 1,7 кг/м<sup>2</sup>, 10–20 см – 2,4 кг/м<sup>2</sup>, свыше 20 см – 3,5 кг/м<sup>2</sup>.

**Технология облицовки стен на клею** включает следующие операции.

Выноска и закрепление на облицовываемой поверхности стены прямых линий, как по вертикали, так и по горизонтали (см. рис. 19.1).

Нанесение ровной кромкой зубчатого шпателя клея на облицовываемый участок стены. Разравнивание нанесенного слоя клея зубчатой кромкой шпателя на 1 кв. м до толщины 2–3 мм и сразу же крепится первая плитка. Плитку необходимо крепить к основанию стены с нажимом. При производстве работ плитку не нужно смачивать водой. Необязательно и применение вкладышей (прокладок, крестиков), чтобы поддерживать размеры между плитками, так как хорошие адгезионные свойства клея не позволяют плиткам «сползать» со стены.

Плиточные работы в условиях повышенной влажности (в санузле) требуют комбинированного способа укладки: клеевой раствор следует наносить как на основание, так и на приклеиваемую поверхность плитки.

По завершению работ по закреплению плитки на стене пустоты (швы) между ними заполняют материалом затирок для заполнения швов (фуга), растирая резиновым шпателем. После затвердения материала затирок излишки следует удалить сухой тряпкой и расчистить швы.

**Облицовка поверхностей стеклянными плитками** осуществляется аналогично облицовыванию керамическими плитками.

Крепят стеклянные плитки тощими составами цементных растворов 1:3 и 1:4 (цемент:песок), полимер цементной мастикой ПЦ или кумаронаиритовой мастикой КН-3. Для улучшения сцепления на тыльной стороне плиток создают дополнительную шероховатость, обмакивая их в жидкое стекло с последующей посыпкой песком или обрабатывая пескоструйным аппаратом.

**Синтетические плитки** крепят к облицовываемым поверхностям на мастиках (инден-кумароновой и др.). Облицовываемые поверхности (бетонные, шлакобетонные, оштукатуренные) должны быть сухими и огрунтованы мастикой, разведенной растворителем до консистенции краски. Грунтование производят кистями или ме-

ховыми валиками. *Приклеивание синтетических плиток выполняют аналогично установке керамических, только облицовывание ведут сверху вниз с плотной установкой плиток без шва.* Для обеспечения хорошего сцепления синтетических плиток с поверхностью мастику наносят ровным слоем толщиной не более 0,7 мм как на облицовываемую поверхность (из расчета одновременного приклеивания 6–8 плиток), так и на тыльную сторону плиток.

### **Облицовка поверхностей плитами из природного камня.**

Подготовку бетонных и кирпичных стен под облицовку выполняют так же, как и при работе с керамическими плитками. Плиты из природного камня устанавливают на цементном растворе состава 1:3. Отсортированные плиты ставят впритык без швов. Укладку ведут горизонтальными или вертикальными рядами по причальному шнуру и отвесу.

Облицовывание поверхностей декоративными акустическими плитами «Акмигран», «Акминит» применяется в культурно-бытовых, гражданских и общественных зданиях. Установку их производят по выровненным и очищенным поверхностям на гипсовых растворах и казеиновых мастиках с помощью опорно-маячных и крепежных марок. Опорно-маячные марки выполняют в виде «лепешек» диаметром 80 мм из расчета не менее двух на одну плиту, они служат опорой для приклеивания плит, обеспечивая их вертикальность. Крепежные марки выполняют в виде полос шириной 70–80 мм в количестве не менее двух полос на каждую плиту.

### **Облицовка поверхностей декоративными стеновыми 3D-панелями**

**Технология изготовления.** Независимо от типа изготовления декоративных стеновых 3D-панелей, состоит из трех основных этапов: *разработка 3D-рельефа, его выполнение на материале и декоративная отделка панелей.*

На первом этапе дизайнеры создают эскизы и строят компьютерные 3D-модели. После этого начинается обработка материала с заданными параметрами (глубина рисунка, его положение и т. д.). В последнюю очередь выполняется отделка панелей. В качестве отделочных материалов могут использоваться краски, эмали, шпоны ценных пород дерева, кожа, пленка ПВХ и т. д.

**Основными материалами из которых изготавливают** декоративные стеновые 3D-панели являются: алюминий, полимеры, моди-

фицированная фанера (МДФ), древесноволокнистые плиты (ДВП), древесностружечные плиты (ДСП), дерево, гипсовые панели.

*Алюминий.* В таких панелях эффект объемного рисунка достигается с помощью перфорации. С лицевой стороны алюминиевый лист может ламинироваться специальной полимерной пленкой. Листы не подвергаются коррозии, устойчивы к возгоранию и практически не пачкаются.

*Полимеры (ПВХ поливинилхлорид плитка для пола).* Пластиковые панели не впитывают грязь, легко моются, долговечны и не боятся влаги.

*МДФ.* Панели из МДФ изготавливаются из древесной стружки при высокой температуре с использованием пресса. Обладают высокой прочностью и хорошими влагозащитными свойствами.

*ДВП.* Такие панели изготавливаются из прессованных натуральных волокон под воздействием высоких температур. Материал боится влаги, поэтому необходимо следить, чтобы на панели не попадала вода.

*ДСП.* Производятся в процессе прессовки опилок с добавлением связующего вещества. Используются преимущественно в сухих помещениях, так как плохо переносят перепад влажности и температур.

*Дерево.* Стеновые панели из натурального дерева являются экологически чистыми и очень прочными. Для улучшения эксплуатационных характеристик рекомендуется обрабатывать такие панели воском или специальным лаком.

*Гипсовые панели.* Для их изготовления применяют гипс мелкой фракции с добавлением специальных пластификаторов. Такая отделка устойчива к повышенной влажности и пару, а также обеспечивает благоприятный микроклимат в помещении.

***Эксплуатационные характеристики стен, облицованных декоративными 3D-панелями.***

*Преимущества:*

- возможность использовать различные варианты финишной отделки: декоративную штукатурку, шпонирувание, покраску и т. д.;
- негорючесть и экологичность материала;
- устойчивы к механическим повреждениям;
- обладают тепло- и звукоизоляционными свойствами;
- не требуют выравнивания стен, скрывают неровности поверхности;
- просты в ежедневном уходе.



### ***Монтаж и крепление декоративных панелей***

Перед монтажом любых 3D-панелей необходимо в течение 48 часов выдерживать их в помещении, где они будут установлены. Также следует заранее продумать тип установки: от стены к стене, хаотичный порядок, полоса и т. д. Для наглядности рекомендуется выложить рисунок на полу, а затем приступить к креплению на стене.

Существует несколько способов монтажа 3D-панелей. Они могут *крепиться на обрешетку или приклеиваться непосредственно на стену*. Для крепления к деревянной обрешетке используются саморезы или кронштейны. В некоторых видах панелей предусмотрены специальные пазы для крепления элементов между собой. При таком типе соединения панели стыкуются друг с другом очень плотно и образуют единый рисунок. Если аккуратно демонтировать панели, то они могут быть повторно использованы для отделки помещений.

Если *для монтажа панелей используется клей*, то после его нанесения необходимо убрать излишки клея с поверхности и обработать швы для удаления неровностей. Процесс высыхания занимает примерно 2–3 недели, после чего на швы наносится финишная шпаклевка. После ее высыхания панель готова к дальнейшей покраске.

Различные виды панелей требуют соблюдения различных условий при их установке. При *монтаже деревянных панелей* необходимо контролировать уровень влажности в комнате. Не рекомендуется их использовать для оформления стен в помещениях с высокой влажностью.

*Панели из ДСП* требуют аккуратного обращения, так как они не обладают достаточной прочностью и крошатся при обработке. Правильно установленные панели не требуют регулярных косметических ремонтов, а срок их эксплуатации может достигать нескольких десятков лет.

## 20. УСТРОЙСТВО ПОТОЛКОВ

### 20.1. Подвесной потолок

**Функциональное назначение и конструкция.** Подвесные потолки применяют в культурно-бытовых, общественных и некоторых производственных зданиях с целью звукопоглощения или улучшения акустических условий внутри помещения, создания декоративных покрытий, а также помогают скрыть инженерные коммуникации, спрятать осветительную арматуру, восстановить пропорций помещения при разделении комнаты на меньшие по площади, а также для повышения огнестойкости междуэтажных перекрытий (покрытий). Конструкция подвесного потолка занимает значительное пространство, поэтому его установка в помещениях с высотой потолков менее 2,5 м не целесообразна. Устройство подвесных потолков промышленными методами позволяет исключить «мокрые» процессы в отделочных работах, улучшить качество отделываемых поверхностей и повысить производительность труда при выполнении работ.

*Подвесные потолки состоят из несущих конструкций и лицевых (отделочных) элементов.* Отделочные элементы выполняют декоративную, акустическую, санитарно-гигиеническую, огнезащитную и другие функции.

Несущая (невидимая) часть потолка содержит подвески, каркас, детали крепления и регулирования. Видимая (функциональная) часть потолка состоит из лицевых отделочных элементов, имеющих детали крепления к несущей части.

*В зависимости от схемы каркаса несущая часть подвесного потолка может быть четырех видов: с двухосным каркасом в одном или двух уровнях; с одноосным каркасом и без каркаса.*

*Двухосные каркасы в одном уровне* состоят из главных неразрезных элементов, проходящих через все помещения, и расположенных перпендикулярно к ним второстепенных разрезных элементов, образующих ячейки. Главные элементы каркаса в одном уровне по длине соединяются с помощью накладок. Второстепенные элементы крепят к главным с помощью шплинтов, пластинчатых хомутов или пружин.

*Основным элементом подвесного потолка является **каркас**, состоящий из трех частей: крепления, балок и обрешетки.*

**Крепления** служат для подвешивания крепежных балок и придания потолку какой-либо формы, например, ступенчатой или изогнутой. Они обеспечивают подвеску покрытия на расстоянии от 5 до 30 см от потолка. Особенно удобными считаются раздвижные модели, охватывающие достаточно широкий диапазон размеров. Помимо раздвижных креплений используются спицы, снабженные соединительными скобами. Их длина регулируется простым сгибанием или отгибанием нижнего конца детали. При необходимости подвесить потолок на расстояние более 30 см применяются металлические полосы, длина которых регулируется подобно раздвижным креплениям, или подвесы с крючками и регулирующей муфтой. Если, наоборот, потолочное пространство должно занимать не более 5 см, то используют металлические крепежные уголки.

На сегодня наиболее эффективным считается монтаж подвесных потолков с помощью шин, прикрепляемым к потолку, непосредственно к которым уже привинчиваются крепления.

**Балки** являются основными несущими элементами каркаса подвесного потолка. Для устройства подвесных потолков в квартире рекомендуется применять деревянные балки, тогда как при выполнении больших объемов работ используют металлический профиль.

**Обрешетка** служит для прикрепления непосредственно облицовочных панелей. Для ее изготовления используются деревянные рейки прямоугольного сечения, прикручиваемые или прибиваемые к балкам.

Помимо вышеперечисленных частей каркаса для устройства подвесных потолков необходим: *облицовочное покрытие и изолирующий слой.*

**В качестве облицовки подвесных потолков** применяют различные плитные материалы. Основными отечественными синтетическими облицовочными материалами являются.

*Древесностружечные плиты (ГОСТ 10632-77)* – трехслойные марок П-1 и П-3. Эти плиты имеют повышенную водостойкость, плотность 600–800 кг/м<sup>3</sup> и разбухание по толщине за 24 часа не более 15–25 %. При необходимости древесностружечные плиты покрывают огнезащитными составами.

*Акустические гипсовые перфорированные плиты (ТУ 287-73) марок АГШ и АГШТ.* Эти плиты применяют для облицовки потолков в помещениях промышленных зданий, в которых относительная

влажность воздуха не превышает 70 %. Плиты выпускаются размером 500×500 мм и толщиной 8,5 мм. Некоторые заводы изготавливают такие плиты из формовочного гипса, армированного стеклотканью, размером 810×810×30 мм. По периметру и в средней части плит предусмотрены ребра жесткости, пространство между которыми заполнено звукопоглощающим слоем из минеральной ваты по прослойке из пористой бумаги. Тыльная сторона плиты оклеена алюминиевой фольгой. Масса одной плиты со звукопоглощающим слоем 11–12 кг.

*Звукопоглощающие облицовочные минераловатные плиты на крахмальном связующем (ГОСТ 17918-72) «Акмигран» и «Акминит».* Применяют эти плиты для облицовки потолков помещений в общественных зданиях с относительной влажностью воздуха не более 70 %. Плиты изготавливают из минеральной гранулированной ваты, крахмального связующего и гидрофобизирующими, антисептирующими и другими добавками. Фактура лицевой (окрашенной) стороны выполнена в виде направленных трещин (каверн), имитирующих поверхность выветренного известняка. Размеры плит: 300×300×20 или 300×250×20 мм. Прессованные минераловатные акустические плиты используются для облицовки потолков вестибюлей, театров, концертных залов, помещений с большим шумовыделением.

*Перлитовые звукопоглощающие плиты* на синтетической связке применяют при облицовке потолков в общественных зданиях. Такие плиты изготавливают методом заливки в формы смеси перлитового песка, пигмента и поливинилацетатного клея. Плиты выпускают размером 300×300×30 мм с мелкозернистой лицевой поверхностью любого цвета.

*В качестве изолирующего слоя* в подвесных потолках рекомендуется применять рулонный материал толщиной 4–8 см, который помимо своих бесспорных теплоизоляционных качеств, хорошо поглощает звуки, идущие как сверху, так и снизу.

***Устройство подвесного потолка.*** Монтаж подвесного потолка можно начинать только после завершения других отделочных работ: штукатурки, покраски и так далее. Все необходимые приспособления и материалы должны быть выдержаны в отделываемом помещении не менее суток для адаптации к его температуре и влажности. До начала производства работ необходимо проконтролировать качество антикоррозийной обработки крепежных деталей.

После организации рабочего места на высоте приступают к подготовительным работам, включающим:

- установку реперных марок (отметки низа несущих профилей каркаса) на стенах, углах, выступающих частях или колоннах помещения;

- разметку линий, соответствующих уровню низа несущих профилей каркаса на стенах, колоннах, выступающих частях;

- разметку взаимно-перпендикулярных осевых линий помещения и линий установки подвесок;

- закрепление осевых линий;

- нанесение на линии подвесок отметок мест крепления дюбелями, мест установки подвесок и встроенных светильников;

- установку шаблонов или гребенок, облегчающих крепление и монтаж основных элементов каркаса.

*Выноска реперных марок* (отметок низа каркаса) на стены, углы и выступающие части осуществляют с помощью теодолита или водяного уровня. Разметка линий, соответствующих уровню низа несущих профилей каркаса на стенах и других элементах помещения, разметка и нанесение осевых линий помещения и линий подвесок каркаса выполняется меловым шнуром по реперным маркам. Разметку взаимно-перпендикулярных осей осуществляют (независимо от материала каркаса) при помощи деревянных угольников и капроновой нити, для чего к противоположным стенам помещения прикладывают одной стороной угольники, которые перемещают до тех пор, пока вторые стороны не образуют прямую линию, фиксируемую капроновой нитью. Затем производят *разбивку осей по всей длине стены*. Закрепление осей помещения и линий подвесок каркаса производят путем натяжения по разметке проволоки или капроновой нити с пометкой мест крепления и установки подвесок, светильников и т. д., с установкой на них фиксаторов. Устройство шаблонов осуществляют путем установки и закрепления вертикальных деревянных брусков через 1,5–2 м перпендикулярно линии подвесок. Длина брусков берется с таким расчетом, чтобы они были ниже уровня отметки «чистого» потолка на 150–200 мм. К вертикальным брускам крепят горизонтальные рейки таким образом, чтобы верхняя их грань находилась на отметке нижней плоскости направляющих профилей каркаса. Отметки нижней плоскости направляющих профилей каркаса на деревянные рейки выносят

с помощью водяного уровня. Расстояние между несущими профилями фиксируют при помощи гребенок. По завершении подготовительных работ приступают к непосредственному монтажу каркаса подвесного потолка.

**Технология монтажа металлического каркаса** производят в следующей последовательности:

- устанавливают пристенные профили каркаса и пристреливают их пистолетом ПЦ 52-1 к стене, придерживаясь при этом ранее размеченных линий уровня низа профилей каркаса;

- устанавливают или укрепляют выпуски рабочей арматуры и монтажной арматуры;

- крепят подвески к железобетонным плитам перекрытия, выпускам арматуры и т. д.;

- выверяют и регулируют установленные подвески на проектный уровень;

- закрепляют к подвескам главные элементы каркаса, одновременно соединяя их по длине и присоединяя к пристенным профилям;

- к главным элементам присоединяют второстепенные элементы, выверяют горизонтальность низа каркаса и соответствие его «чистым» отметкам лицевой поверхности потолка для возможности установки лицевых элементов.

**Технология монтажа деревянного каркаса.** Сначала по разбивочным линиям устанавливают и пристреливают дюбелями с помощью пистолета ПЦ 52-1 пристенные элементы каркаса. Затем пристреливают дюбелями или укрепляют к выпускам арматуры черновой каркас из брусков или досок, к которому прикрепляют направляющие бруски основного каркаса. После чего производят выверку горизонтальности низа основного каркаса и соответствие его «чистым» отметкам.

**Технология монтажа смешанного каркаса.** По разбивочным осям устанавливают и пристреливают пристенные элементы каркаса. Затем в швы перекрытий устанавливают и закрепляют жесткие подвески, к которым приваривают направляющие элементы каркаса из стальных уголков 40×4 мм. По направляющим на стальных защелках укрепляют заранее подготовленные деревянные элементы каркаса, состоящие из продольных брусков (40×80 мм) с врезанными в них поперечными деревянными брусками (40×40 мм), закрепленными одним шурупом. Одновременно на продольных брусках размечают и устанавливают защелки, которые закрепляют шурупами.

После установки каркаса перед установкой лицевых элементов проверяют горизонтальность низа поперечных брусков, соответствие их «чистым» отметкам лицевых элементов.

**Установка лицевых элементов подвешеного потолка.** При креплении гипсовых литых плит на деревянном каркасе вначале устраивается вспомогательный каркас из досок 80×25 мм, который крепят к поверхности перекрытия дюбелями длиной 60 мм с помощью пистолета ПЦ 52-1. Перпендикулярно вспомогательному каркасу разбивают места установки брусков рабочего каркаса из расчета ширины применяемых гипсовых литых плит. Рабочий каркас из брусков 50×35 или 60×50 мм крепят к вспомогательному каркасу гвоздями К-70. В зависимости от архитектурного решения, гипсовые литые плиты устанавливают на деревянном каркасе вплотную одна к другой или с расстоянием 2–3 см, заполняемым впоследствии специальными деревянными или пластмассовыми раскладками. Плиты закрепляют к деревянному каркасу оцинкованными шурупами 5×70 с помощью ручного электроинструмента (шуруповерта).

**Подвесной потолок из гипсовых плит можно устраивать и по металлическому каркасу.** До начала монтажа металлического каркаса производят разбивку осей направляющих (при больших площадях теодолитом, а при малых с помощью угольников). По периметру помещения на отметке чистого потолка устанавливают (пристреливают дюбелями) металлический уголок для опирания фризовых плит. Заранее в швы между плитами перекрытий устанавливают подвески из арматуры диаметром 12 мм (или их выпускают из плит перекрытий), к которым приваривают несущие элементы вспомогательного каркаса из металлического уголка 45×4 мм или арматуры диаметром 18 мм.

Гипсовые акустические перфорированные плиты крепят и по деревянному каркасу (рис. 20.1). Деревянный каркас крепят к ранее установленным прогонам металлического каркаса.

Для этого натягивают маячную струну-причалку и на металлические прогоны с помощью линейки-шаблона наносят риски в зависимости от размера применяемых плит. В местах разметки сверлильной машиной ИЭ-1002 просверливают отверстия в металлических прогонах, к которым болтами или шурупами крепят деревянные антисептированные продольные бруски 5. Поперечные вкладыши 3 крепят к продольным брускам гвоздями или шурупами с расстоянием меж-

ду ними 500 или 1000 мм в зависимости от размера плит. Установленный таким способом деревянный каркас тщательно выверяют по уровню с помощью забиваемых клиньев. В зависимости от архитектурного решения помещения, гипсовые акустические перфорированные плиты устанавливают на деревянный каркас вплотную одна к другой или с расстоянием 2–3 см, заполняемым впоследствии специальными деревянными или пластмассовыми раскладками. Плиты закрепляют оцинкованными гвоздями или шурупами, для чего в плитах предварительно просверливают отверстия (по три отверстия с каждой стороны).

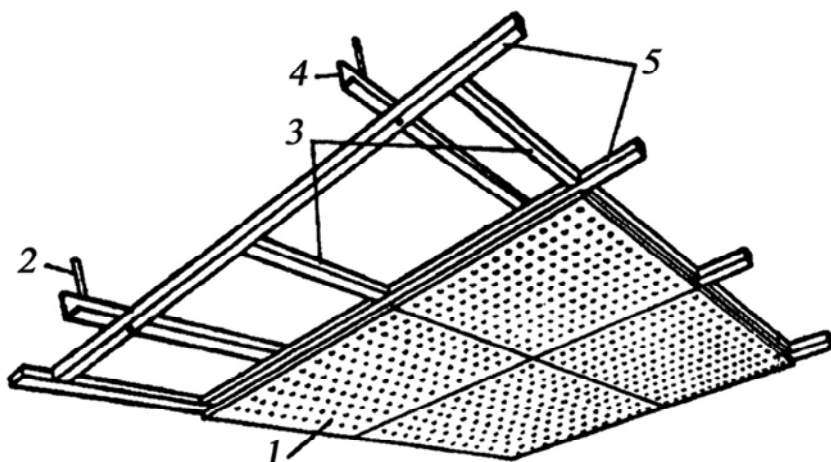


Рис. 20.1. Крепление гипсовых акустических плит:  
1 – гипсовая акустическая плита; 2 – анкер; 3 – поперечные вкладыши;  
4 – прогон; 5 – продольные бруски

**Подвесной потолок из гипсовых акустических перфорированных плит можно устраивать и по металлическому каркасу,** состоящему из стальных деталей и направляющих алюминиевых профилей. Плиты укладывают рядами на нижние полки алюминиевых направляющих. Между двумя смежными плитами устанавливают двутавровый профиль. Крепление (зажим) плит производят пружинами по две с каждой стороны, которые прижимают плиты к нижней полке профилей. Окрашивают гипсовые акустические плиты до их установки на каркас.



При облицовке потолков гипсовыми акустическими плитами используют сборно-разборные передвижные подмости и инвентарные столики-подмости. При работе на высоте от 2 до 4 м целесообразно использовать инвентарные столики-подмости, так как это исключает устройство какого-либо дополнительного подмачивания, упрощает подачу материалов на рабочее место и облегчает уход за подмостями. Смонтированный подвесной потолок из гипсовых плит окрашивают водоэмульсионной синтетической краской с помощью краскораспылителей или малярных валиков.

Несовпадение швов между плитами в продольном и поперечном направлении допускается не более 1 мм. Перепад высот между двумя смежными плитами не должен быть более 0,5 мм. На поверхности не допускаются сколы граней и углов плит.

**Подвесной потолок из звукопоглощающих плит «Акмигран» и «Акмирит» по металлическому каркасу** выполняют по следующей технологии. Вначале устраивается металлический каркас. Основным конструктивным элементом каркаса, обеспечивающим крепление к нему звукопоглощающих плиток, являются алюминиевые направляющие 5. Крепят их к ранее установленным прогонам 1 металлического каркаса (рис. 20.2).

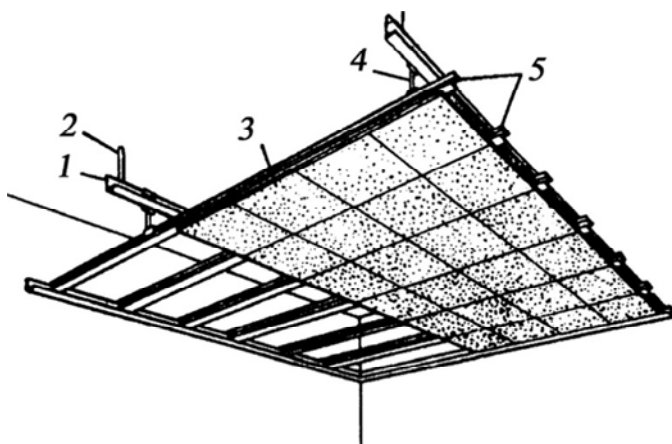


Рис. 20.2. Крепление декоративных акустических плит «Акмигран» и «Акминит»:

1 – прогон; 2 – анкер; 3 – плита «Акмигран»;  
4 – подвеска; 5 – алюминиевые направляющие

Для этого на металлические прогоны по уровню, в соответствии с отметкой потолка, подвешивают деревянные опорные рейки, на которые укладывают алюминиевые направляющие 5. Производство штукатурных, бетонных и малярных работ в непосредственной близости от установленных алюминиевых направляющих запрещается. Если же необходимо выполнить указанные работы, то алюминиевые направляющие следует тщательно защитить от возможного попадания на них раствора, бетона и извести. Алюминиевые направляющие крепят к прогонам металлического каркаса специальными подвесками с одновременной фиксацией расстояния между направляющими равного 300 мм гребенкой-шаблоном. После того как алюминиевые направляющие закрепят, деревянные опорные рейки удаляют и устанавливают металлические погонажные детали на стенах и колоннах или устраивают штрабы глубиной 20–30 мм для опирания фризовых плиток.

Непосредственно перед самой установкой звукопоглощающие плитки сортируют по размерам, тону и направлению волокон по шаблону на столе-верстаке. Отсортированные плиты заводят пазами на полки алюминиевых профилей. Плиты, вставленные пазами на полки алюминиевого профиля, поочередно продвигают по ним и заполняют ряд между профилями. Соединяют плитки между собой пластмассовыми шпонками, которые устанавливают в пазы по две шпонки на каждую плиту. При этом смежные плиты должны плотно прилегать одна к другой без образования зазоров и провесов между ними. Потолок заполняют плитами рядами, начиная от одной из стен по направлению противоположной. В местах примыкания к стенам, колоннам и другим выступающим частям здания плиты обрезают ножовкой по размеру.

## 20.2. Натяжные потолки

**Функциональное назначение и конструкция.** Натяжные потолки представляют собой тонкую пленку или ткань, натягиваемую на специальный каркас (багет), который закрепляется либо на базовом потолке, либо по периметру стен. Получаемая потолочная плоскость идеально ровная и однородная, имеет вид твердого потолка. Он является одной из разновидностей подвесных потолков, хотя, строго говоря, его нельзя отнести к ним, поскольку использует

крепление к базовому потолку лишь как один достаточно редкий вариант. Обычно же полотно потолка закрепляется по периметру стен. Этот способ идеально подходит для того, чтобы скрыть недостатки базового потолка, а также проложенных по нему инженерных коммуникаций, встройки светильников, воздуховодов. Он может быть использован для отделки практически любых помещений, включая медицинские, поскольку материал полотна сертифицирован на использование для этих целей.

*Натяжные потолки имеют ряд преимуществ, благодаря которым они нашли достаточно широкое применение:*

- позволяют скрыть все неровности, подтеки и другие дефекты базового потолка;

- не пропускают пыль и воду, им не страшна осыпающиеся побелка и протечки с верхнего этажа;

- не горят, а только плавятся причем при очень высоких температурах;

- являются влагостойкими, не вступают в реакцию с химически активными веществами, на них не оседает конденсат (что особенно актуально для применения в бассейнах, ванных комнатах, лабораториях и т. п.);

- позволяют закрепить в межпотолочном пространстве теплоизоляционные или акустические материалы;

- в потолок можно встроить не только различные светильники, люстры, но и системы вентиляции, сигнализации и противопожарной безопасности;

- практически не требуется никакого дополнительного ухода, обладают пылеотталкивающим свойством, легко моются;

- потолок легко демонтируется, если необходимо провести дополнительные работы, повторный монтаж не повлияет на качество полотна.

**Материалы.** Натяжные потолки можно разделить на два типа:

- *пленочные*, изготавливаются из мягкого ПВХ толщиной 0,17–0,22 мм (на их производстве специализируются фирмы – «Carre Noir», «NewMat», «Extenzo», «DPS» и др.);

- *тканевые*, изготавливаются из тонкой полиэфирной ткани (толщиной 0,25 мм, вес 200 г/м<sup>2</sup>). Эта ткань в 15–20 раз прочнее пленки ПВХ – в растянутом виде выдерживает вес человека. Их изготовлением занимаются фирмы «Clipso», «Cerutti», «Caela» и др.

**Конструкция.** Натяжной потолок – готовое изделие, полотно, сваренное из отдельных полос пленки ПВХ или ткани, выкроенное точно по размерам помещения с учетом всех его особенностей. Полотнище крепится на профиль из твердого пластика (или алюминия), а он, в свою очередь, – к стенам у потолка.

Для крепления натяжного потолка используют несколько способов.

1. *Гарпунный способ крепления натяжных потолков* является наиболее распространенным. Суть его в следующем. По периметру комнаты к стенам крепят пластиковый или алюминиевый каркас, так называемый багет (рис. 20.3).

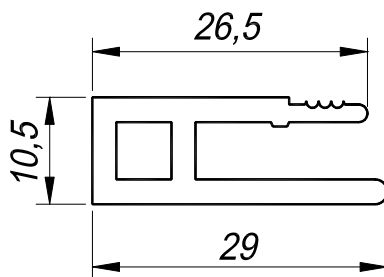


Рис. 20.3. Багет универсальный

Обычно он крепится на расстоянии 4–5 см ниже основного потолка (минимальное расстояние должно быть около 3,5 см). При этом способе крепления по периметру полотна приваривают окантовку из более жесткого ПВХ. Она имеет в поперечном сечении форму крючка (гарпуна) (рис. 20.4). Размер полотна должен быть на 7 % меньше расстояния между стенами, в пределах которых его предстоит растянуть.

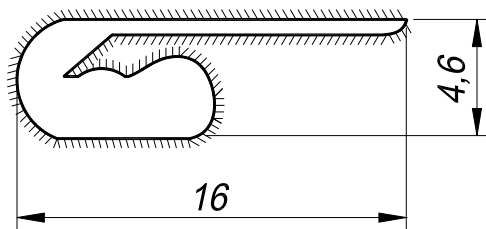


Рис. 20.4. Гарпун универсальный

Полотно вешается по углам комнаты на специальных клипсах, и с помощью тепловой пушки материал полотна нагревают до 50–70 °С.

**Технология монтажа полотна.** Монтаж полотна начинают с закрепления канта в специальные пазы каркаса для образования «замка». При охлаждении до комнатной температуры пленка дает усадку на 1–2 %, становится более жесткой и занимает окончательное положение на каркасе. Для устранения складок применяют строительный фен. Путем нагрева эти неровности расправляются. Для устранения зазоров между стеной и потолком используют универсальную вставку (рис. 20.5).

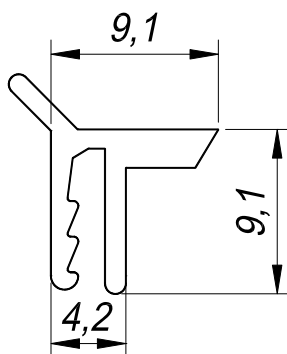


Рис. 20.5. Вставка универсальная

Для крепления полотна применяют два способа: клиновой и кулачковый.

*Клиновой способ натяжных потолков.* При клиновом способе крепления точность измерений не имеет большого значения: полотно должно быть на 10–15 см больше расстояния между стенами помещения. Края нагретого и расправленного полотна просто зажимают на каркасе с помощью распорного профиля (как в пальцах). Выступающие после монтажа из-под крепежного профиля излишки пленки обрезают.

*Кулачковый способ натяжных потолков.* Пленку из ПВХ крепят между двумя полукруглыми поверхностями разводимых «кулачков», которые входят в крепежный профиль. Эти «кулачки» раздвигаются при проталкивании пленки шпателем, но автоматически

сжимаются при попытке вытянуть ее назад. Этот способ крепления дает возможность сократить потерю высоты помещения до 8 мм, но ограничивает площадь отдельного полотна. Обычно она не превышает 200 м<sup>2</sup>. При размере полотна 5×6 м центр может быть на 4 см ниже, чем края. Для ликвидации такой разницы в центре зала применяют дополнительную опору, например, люстру, которая выполняет двойную функцию (опора и свет). Если же площадь потолка больше или он многоуровневый, в этом случае изготавливают несколько полотен. Примыкающие друг к другу полотна крепятся при монтаже гарпунами к промежуточной опоре.

Установку натяжного потолка производит бригада в составе двух-трех человек

**Монтаж натяжного потолка гарпунным способом крепления.**

Вначале на стены по периметру помещения закрепляется багет, представляющий собой пластмассовый профиль из жесткого пластика или дюралюминия, за который впоследствии и зацепляется гарпуном полотно потолка (рис. 20.6).

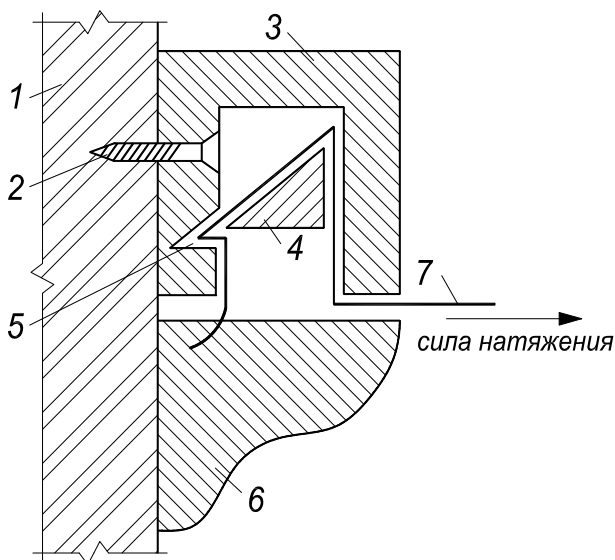


Рис. 20.6. Схема закрепления багета:  
 1 – стена; 2 – саморез; 3 – профиль; 4 – штапик;  
 5 – паз; 6 – багет; 7 – полотно

Формы профилей, как и способ крепления, у разных фирм-производителей разные, хотя и схожие друг с другом. Для выполнения этой операции, прежде всего, определяется самый низкий угол базового потолка помещения. Делается это с помощью водяного уровня. Далее от нижнего угла отмеряется вниз 1–2 см и делается отметка карандашом. Этот зазор нужен только в технологических целях, чтобы было удобнее подобраться инструментом при закреплении багета. Затем с помощью гидроуровня эта метка переносится на остальные углы помещения. С помощью отбивочного шнура с красителем наносится линия для крепления багета. Эта линия является базой для последующей установки багета. Следующая операция – точное измерение углов помещения. Делается это с помощью «аниометра» (раскладного транспортира) или способом подбора зарезок. Второй способ точнее. Значения измеренных углов карандашом записывают на базовом потолке. Затем с помощью дюбелей и саморезов (рекомендуются усиленные дюбели отечественного производства диаметром 6 мм и длиной 30 мм), багет крепят к стене в уровень с разметкой горизонта. По длине отдельные багеты соединяются между собой с помощью клея цианоакрилатной группы. По завершении работ по креплению багет приступают к разворачиванию и установке полотна. Распаковка полотна должна производиться в уже частично прогретом (до 40–50 °С) помещении. Обычно на несколько минут включается тепловая пушка, а затем полотно натяжного потолка следует осторожно распаковать и развернуть, давая равномерно прогреться (тепловую пушку нельзя подносить к полотну ближе, чем на 1,5 м). В полотно фирм-изготовителя всегда вкладывается чертеж, в котором обозначен «базовый» угол, а складывается оно таким образом, чтобы базовый угол был наверху. Разворачивать полотно следует только после того, как по углам помещения на веревочных петлях развешены так называемые крокодилы (пружинные струбцины в форме клещей) с обернутыми двумя-тремя слоями прокладочного материала губками. Первым открывается «базовый» угол, который после небольшого прогрева в тепловом потоке пушки цепляется «крокодилом» за гарпун. Далее по мере разворачивания полотна будут открываться его новые углы, которые цепляются «крокодилами» в соответствующих им углах помещения. Схема последовательности выполнения технологических операций по монтажу полотна натяжного

потолка приведена на рис. 20.7. Когда все полотно развернуто и зацеплено, пока оно прогревается до состояния пригодности к установке, следует проверить, правильно ли оно сориентировано.

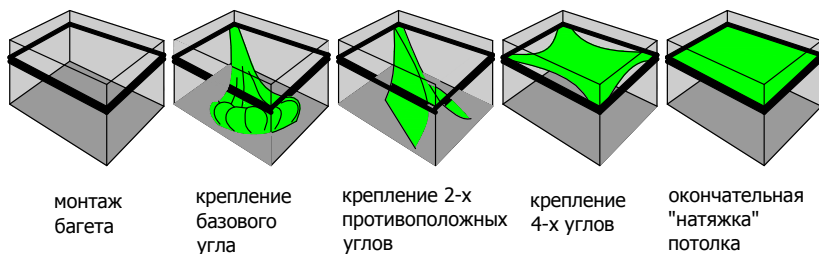


Рис. 20.7. Схема последовательности выполнения технологических операций по монтажу полотна натяжного потолка

Уровень, до которого следует прогревать полотно, определяется только опытом монтажника – если полотно недогреть, его трудно будет натягивать и устанавливать, если перегреть – оно будет выскакивать из зацепления. Нормально прогретое полотно должно достаточно легко растягиваться вместе с гарпуном и нормально держаться в замках багета. Только после достижения этого состояния следует начинать непосредственно установку полотна в багет. Начинать можно с любого угла. Выбранный угол снимается с «крокодила», который сразу убирается, чтобы не мешал, затем в паз гарпуна вставляется угловая лопатка, и с ее помощью гарпун полотна зацепляется за багет (рис. 20.8). При этом необходимо придавливать гарпун пальцами левой руки сверху в месте, где его уже удалось зацепить за багет, так, чтобы он не выскочил сразу из зацепления. Зацепив сам угол, надо сменить лопатку на плоскую и продолжить зацепление гарпуна вправо и влево от угла до момента, пока гарпун не будет зацеплен хотя бы за два замка в каждую сторону. Далее аналогичным образом зацепляют остальные углы.

Когда все четыре угла установлены, можно приступать к зацеплению прямых участков натяжного потолка. Делается это уже с помощью прямых лопаток. Вначале, на два-три замка зацепляются участки в месте окончания швов полотен – так меньше вероятность возникновения впоследствии их искривлений. Затем незакрепленные участки делятся пополам и в центре закрепляются опять же на



два-три замка. Так до тех пор, пока величина незакрепленных участков не будет такой, чтобы весь участок можно было закрепить без особых усилий (обычно это до 1 м). Далее производится окончательное зацепление по всему периметру помещения. Когда это сделано, необходимо проверить качество зацепления полотна по всему периметру, проверив плотность прилегания полотна потолка к багету. Если в каком-либо месте полотно неплотно прилегает к багету, следует поправить зацепление. Если же все правильно, то получается довольно туго натянутое на багет полотно, образующее идеально ровную поверхность. После этой операции натяжной потолок принимает почти законченный вид. Остается только между полотном и стеной вставить специальную заглушку или приклеить плинтус и натяжной потолок готов.

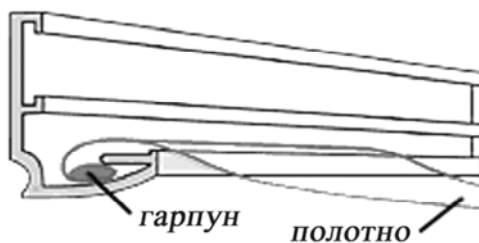


Рис. 20.8. Схема крепления полотна к багету

### ***Техника безопасности производства работ.***

К работам по монтажу подвесных потолков допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение на право производства работ и прошедшие на рабочем месте инструктаж по технике безопасности. Работы по устройству потолков на высоте до 4 м следует выполнять с использованием передвижных столиков. Перед началом работ необходимо проверить состояние передвижных столиков: ширина их должна быть не менее 2 м, зазор между столиком и стеной не должно превышать 150 мм. Нагрузка на столик не должна превышать  $2,0 \text{ кН/м}^2$ . Подъем рабочих на подмости допускается только по приставным лестницам с перилами. Уклон лестницы не должен превышать 1:3. Чтобы лестница не сдвигалась, ее прочно закрепляют на опорах. Подмости должны быть ограждены в местах разрыва со стенами и перегородками.

Монтажные работы осуществляют с помощью ручного и механизированного инструмента. Ручной инструмент должен быть прочным, надежным и удобным. Использовать инструмент нужно только по назначению. Резку лицевых элементов следует производить в специально отведенных местах, имеющих вытяжную вентиляцию, доступ к которой лицам, не участвующим в работе, запрещается. При резке плит следует пользоваться перчатками, очками, респираторами.

При монтаже светильников в подвесных потолках выводы электропроводов должны быть надежно изолированы во избежание поражения электротоком рабочих, занятых устройством подвесных потолков. В соответствии с требованиями действующих нормативных документов, освещение рабочего места при монтаже подвесных потолков должно быть не менее 25 лк. При креплении подвесок к перекрытиям с помощью дюбелей необходимо соблюдать правила техники безопасности для оператора, работающего с монтажным поршневым пистолетом ПЦ-52-1.

К работе с электрическим инструментом и другими средствами механизации допускаются лица, знающие их устройство и имеющие практический опыт работы с ними, проинструктированные, прошедшие медицинскую комиссию и имеющие удостоверение на право работы с данным механизмом или инструментом. Перед началом и после окончания работы исправность всех механизмов или инструментов проверяется в присутствии мастера. По окончании работы монтажник должен отключить от электрической сети электрические инструменты, осмотреть и, при необходимости, исправить закрепленные за ним средства малой механизации, затем сдать их вместе с остатками материалов на хранение, убрать рабочее место.

При необходимости устройства искусственного освещения помещений следует применять переносные светильники, оборудованные защитными стеклянными колпаками и металлическими сетками. Для этих светильников и другой переносной (передвижной) электроаппаратуры следует применять гибкие кабели с медными жилами в резиновой изоляции, стойкой к воздействию окружающей среды.

## 21. УСТРОЙСТВО ПОЛОВ

### 21.1. Общие положения

**Пол** – это строительная конструкция, на которой осуществляется весь производственный процесс и жизнедеятельность людей и от состояния которой зависит качество производимой продукции или здоровье людей. Составной частью пола являются конструктивные слои, которые взаимосвязаны с остальными частями и выполняют определенные функции. Количество конструктивных слоев пола и их расположение зависит от вида пола и условий его эксплуатации и должны соответствовать проектной документации.

Как правило, конструкцию пола составляют следующие слои.

**Покрытие** – верхняя часть конструкции пола, состоящая из одной или многослойной системы, непосредственно подвергающаяся эксплуатационным воздействиям.

**Стяжка** – слой пола, служащий для выравнивания поверхности нижележащего слоя пола или перекрытия, придания заданного уклона покрытию пола на перекрытии, распределения нагрузок по жестким нижележащим слоям пола на перекрытии.

**Звукоизоляция** – слой пола, предотвращающий проникание ударного шума в помещение или из него.

**Теплоизоляция** – слой пола, уменьшающий его общую теплопроводность.

**Гидроизоляция** – слой (слои) пола, препятствующий прониканию через пол сточных вод и других жидкостей, а также защищающий всю конструкцию пола от проникания подземных вод различного происхождения.

Рекомендуется следующая классификация пола, которая, как правило, осуществляется по наименованию его покрытия:

1) *монолитные покрытия*: бетонные, асфальтобетонные, цементно-песчаные, террасовые, мозаичные, ксилолитовые, металлоцементные, полимерцементобетонные;

2) *покрытия из синтетических рулонных материалов и изделий на их основе*:

– поливинилхлоридные линолеумы на теплозвукоизолирующей подоснове по ГОСТ 18108;

– поливинилхлоридные линолеумы на тканевой подоснове по ГОСТ 7251;

– поливинилхлоридные линолеумы без подосновы (многослойные и однослойные) по ГОСТ 14632;

– линолеум резиновый многослойный (релин) по ГОСТ 16914;

– ковры сварные из поливинилхлоридного линолеума на теплозвукоизолирующей подоснове по ГОСТ 27023;

– поливинилхлоридные плитки по ГОСТ 16475;

– текстильные ковровые материалы по ГОСТ 26149 и по сертификату соответствия или техническому свидетельству Республики Беларусь;

*3) покрытия из древесины и изделий на ее основе:*

– доски и бруски для покрытия пола по СТБ 1074;

– штучный паркет и щиты паркетные по СТБ 1454;

– паркет мозаичный по ГОСТ 862.2;

– паркетная доска по ГОСТ 862.3;

– древесностружечные плиты по СТБ 1554;

– твердые древесноволокнистые плиты по ГОСТ 4598;

– составы клеевые для укладки паркета СТБ 1621;

– ламинированные панели по сертификату соответствия или техническому свидетельству Республики Беларусь;

*4) полы из плиточных материалов:*

– плитки керамические по ГОСТ 6787;

– плиты облицовочные пиленые из природного камня по ГОСТ 9480;

– плиты облицовочные бетонные по СТБ 1374.

*До устройства полов должны быть выполнены следующие работы:*

– защита помещений от атмосферных осадков;

– заполнение и герметизация швов между стеновыми блоками и панелями;

– заделка и изоляция мест сопряжений оконных и дверных блоков в проемах;

– заделка стыков, монтажных и технологических отверстий в перекрытиях;

– остекление оконных проемов.

Покрытия полов должны выполняться после устройства кровли.

Полы жилых, общественных и производственных помещений устраиваются по стяжке.

## 21.2. Устройство стяжек

**Конструктивные решения и применяемые материалы.** Основными функциями стяжки являются выравнивание основания и создание прочной несущей основы под напольное покрытие. По конструкции стяжки подразделяют на **сплошные** (выполненные из растворов) и **сборные**.

*Современные сплошные стяжки* – это, как правило, двухслойные конструкции, состоящие: из нижнего – выравнивающего слоя – и верхнего – финишного слоя. *Сухие смеси*, применяемые для приготовления растворов для устройства сплошных стяжек, готовят в заводских условиях на цементной, цементно-полимерной, гипсовой и гипсово-полимерной основах. Необходимо помнить о совместимости материалов. Так, если, к примеру, нижний выравнивающий слой стяжки выполнен из сухих смесей на цементном растворе, а верхний финишный слой – из смесей на гипсовом вяжущем, то между ними необходимо устройство грунтовочного слоя. Цементные вяжущие дают мягкую щелочную реакцию, и два разнородных слоя без разделяющего приведут к выщелачиванию гипса. При выборе материала для стяжки нужно учитывать, что стяжки на основе цементных вяжущих являются усадочными и в процессе твердения могут растрескиваться. Для снижения этого эффекта в состав сухих смесей включают полимерные добавки. Гипсовые стяжки пригодны только для сухих и умеренно влажных (специальные гипсовые смеси), а цементные – для всех типов помещений.

*По типу сопряжения с перекрытием сплошные стяжки подразделяют:*

- связанные с основанием;
- на разделительном слое;
- «плавающие» стяжки на изолирующем слое.

*Связанные стяжки* жестко сцеплены с основанием: между стяжкой и основанием отсутствуют какие-либо разделительные слои. Связанные стяжки способны выдерживать значительные нагрузки. Однако им свойственна неравномерная усадка, часто приводящая к образованию трещин, кроме того, содержание влаги в таких стяжках сильно зависит от влажности перекрытия.

Для уменьшения зависимости от влажности основания применяют *стяжка на разделительном слое*, в качестве которого могут

применяться битуминированная бумага, промасленная бумага или полиэтиленовые пленки. Для обеспечения заданной прочности толщина таких стяжек должна быть не менее 30 мм. Укладка стяжки на разделительный слой оправдана в тех случаях, когда требуются специальные меры по гидроизоляции.

«Плавающие» стяжки на изолирующем слое не связаны с основой и представляют собой самостоятельную строительную конструкцию. Подстилающий слой между бетонным перекрытием и «плавающей» стяжкой состоит из тепло- и звукоизолирующих материалов: минераловатных, пенополистирольных, пробковых или древесноволокнистых плит. Минимальная толщина «плавающих» стяжек – 50 мм. Устройство таких стяжек позволяет повысить тепло- и звукоизоляцию перекрытия. Однако такую конструкцию стяжек характеризует сравнительно невысокий предел прочности на сжатие и увеличение толщины конструкции. Для этого вида стяжек часто требуется дополнительное армирование верхнего слоя.

Сборные стяжки состоят из элементов, полностью готовых к «сухой» укладке: крупноразмерных листов и плит – фанеры, ДСП и ДВП, гипсоволокнистых (ГВЛ) листов, укладываемых по насypному слою из вспученного перлитового песка или мелкофракционного шлакового, или керамзитового щебня, или гравия. Масса отдельных элементов сборных стяжек невелика, что позволяет вести монтаж даже одним человеком. Применение сборных стяжек исключает «мокрые» процессы и соответственно время на высыхание, поэтому можно практически сразу после их устройства приступать к укладке лицевого покрытия.

**Устройство цементно-песчаной полусухой и растворной стяжек.**

До начала производства работ выполняют *подготовку основания*. Торчащие монтажные петли загибаются на плиту. Раковины в плитах и выбоины вокруг монтажных петель заделываются тем же раствором, которым будет выполняться стяжка. Стыки плит перекрытия и их примыкания к стенам, если в них есть какие-либо зазоры и пустоты, заделывают раствором.

Затем приступают непосредственно к укладке растворной смеси. *Минимальная толщина цементно-песчаной стяжки – 30 мм.* Смесь должна быть жесткой (при устройстве полусухой стяжки), быть подвижной, но не растекаться по поверхности (при устройстве мокрых

стяжек). Стяжку укладывают полосами, ограниченными маяками. Растворную смесь укладывают между маяками на всю высоту стяжки с помощью растворонасоса или лопатами. При укладке раствор разравнивается совковой лопатой. После укладки стяжку нужно уплотнить катком или виброрейкой. Окончательная доработка стяжки при укладке производится металлическим правилом. Работа ведется без перерыва по захваткам.

Для полусухих стяжек сразу после укладки производят первичную обработку поверхности заглаживающей машиной. Операция выполняется при помощи сплошных дисков. По завершении грубой затирки, после небольшого (1 ч) перерыва приступают ко второй грубой загирке. Затирка дисками производится после окончательного затвердевания поверхности стяжки. Места примыкания к конструкциям (стенам, колоннам, приямкам, дверным проемам) должны быть обработаны в первую очередь, так как в этих местах стяжка твердеет быстрее, чем на остальной площади. Затирка стяжки в этих местах производится при помощи краевых машин, оснащенных свободно вращающимся кругом. Полусухая уплотненная стяжка практически не дает усадки, поэтому качество стяжки будет зависеть от качества затирки поверхности.

При укладке полусухих стяжек на больших площадях используют миллинг-системы – полуавтоматическое оборудование, работающее по принципу головки принтера и предназначенное для разравнивания, уплотнения и шлифовки слоя. После укладки полусухой смеси на подготовленную поверхность производится разравнивание раствора первым валиком рабочей головки, лишний раствор при этом убирается. Вторым валиком раствор уплотняется и шлифуется. Номинальное давление уплотнения уложенного раствора составляет  $3,5 \text{ кг/см}^2$ , что позволяет свободно ходить по свежеложенному раствору и даже приступать к укладке плитки. Средняя производительность работы таких систем составляет около  $100 \text{ м}^2$  уложенной поверхности стяжки в час. Подготовка к работе оборудования занимает несколько минут.

Для бетонных оснований, имеющих небольшие перепады по высоте (до 20 м), рекомендуется использовать специальные виды сухих смесей, позволяющие выполнить самовыравнивающиеся стяжки. Приготовленный сверхпластичный раствор благодаря хорошему растеканию образует ровную поверхность, эффективно выравнивает

незначительные перепады. Температура воздуха, при которой можно применять самовыравнивающуюся смесь должна быть не ниже 15 °С. Кроме того, нужно следить за отсутствием сквозняков, солнечных «пятен» и других факторов, которые могут привести к неравномерному высыханию смеси и, как следствие, трещинам на поверхности.

*Технология нанесения самовыравнивающейся смеси* достаточно проста. Смесь разливается по полу параллельными стене полосами шириной 30–40 см. Для лучшего разравнивания распределяется широким шпателем или правилом и раскатывается специальным игольчатым валиком. Работу рекомендуется начинать с наиболее отдаленной от выхода стены. Выравнивание поверхности должно производиться за один прием без перерывов. Заливка проводится достаточно быстро, чтобы недопустить подсыхания кромки предыдущей полосы, иначе ровную поверхность получить не удастся. Если площадь помещения велика, ее разбивают на полосы и заливают через одну. Промежутки заполняются после высыхания предыдущих полос. Чтобы обеспечить непрерывность процесса, заливку таких стяжек целесообразно проводить бригадой из трех человек: один подает и готовит смесь, второй заливает, третий разравнивает раствор. Время высыхания и затвердевания самовыравнивающих составов зависит от толщины слоя, а также от температуры и влажности в помещении. Перед устройством финишного напольного покрытия следует проконтролировать влажность слоя нивелирующей стяжки и сравнить ее с уровнем влажности, допустимым для данного типа покрытия.

Как показала практика, эффективно в качестве стяжки под полы в жилых, гражданских и производственных зданиях с сухим и нормальным влажностными режимами, в условиях малых и средних механических воздействий применять **сборные сухие стяжки**. При устройстве гидроизоляции из рулонных материалов применение сборных стяжек допускается в помещениях с повышенной влажностью. На сегодня наиболее технологичными для устройства сборной стяжки под полы являются *малоформатные гипсоволокнистые листы (ГВЛ)*. ГВЛ – это листовой материал толщиной 10, 12 мм, шириной 1,2 м и длиной от 2,5 до 3 м, имеющий высокие тепло- и звукоизоляционные характеристики. Поверхность стяжки, выполненной из малоформатных ГВЛ, пригодна для укладки по ней всех видов напольных покрытий (паркет, линолеум, ковролин, плитка и др.).



В гипсоволокнистых листах, в отличие от гипсокартона, отсутствует облицовка гипсового сердечника картоном; при этом прочностные характеристики листа обеспечиваются распушенной целлюлозной массой, равномерно распределенной внутри гипсового сердечника и армирующей его. Из-за небольшой массы они применяются при устройстве полов в условиях ограничения нагрузок на перекрытия и несущие конструкции здания. Применение малоформатных гипсоволокнистых листов позволяет за счет исключения мокрых процессов при устройстве стяжки под полы существенно сократить сроки отделочных работ.

### 21.3. Технология устройства монолитных покрытий пола

**Ксилолитовые полы** являются наиболее распространенным видом монолитных покрытий полов. Ксилолит предназначается для устройства полов в жилых, общественных и промышленных зданиях, в которых нет постоянного увлажнения пола и воздействия на него агрессивных сред (кислота, сахар и т. д.), разрушающих ксилолит. Полы из ксилолита гигиеничные, прочные, теплые, огнестойкие. Устройство «чистого» ксилолитового пола выполняют по ксилолитовой стяжке. Пол можно выполнять с рисунком, используя разные пигменты и разделительные жилки.

**Материалы для устройства ксилолитового пола.** Пол выполняется из *ксилолитовой смеси*, основными компонентами которой являются:

- *древесина* – опилки хвойных пород (влажностью не более 20 % и крупностью опила 5 мм – в стяжке; 2,5 мм – в покрытии);
- *вяжущие* – тонкоизмельченный каустический магнезит (так называемый цемент Сореля), затворяемый водным раствором хлористого магния;
- *пигменты и красители* (стойкие к щелочам и действию света);
- балластные добавки (тальк и песок).

*Ксилолитовую смесь готовят* в условиях строительной площадки в оцинкованных растворосмесителях. Принята следующая последовательность изготовления смеси. Согласно заданному рецепту смеси, отмеряют магнезит, пигмент и тальк, засыпают их в барабан растворосмесителя и тщательно перемешивают. Затем отмеряют

необходимое количество опилок и песка, и, засыпав их в барабан растворосмесителя, снова перемешают сухую смесь. После получения однородной сухой смеси заливают в барабан растворосмесителя требуемое количество раствора хлористого магния, предварительно проверив его плотность ареометром, и окончательно перемешивают смесь. Выгружают готовую смесь из растворосмесителя и, проверив ее подвижность стандартным конусом, подают смесь к месту укладки. Требуемая «жизнеспособность» смеси – 1–2 ч, подвижность смеси – 2–3 см.

**Технология устройства.** Ксилолитовое покрытие укладывают после окончания в помещении всех отделочных работ, включая остекление окон и навешивание дверей. Температура воздуха в помещении при укладке и твердении ксилолитового покрытия должна быть в пределах 10–30 °С. Подстилающий и выравнивающий слой перед укладкой ксилолитового покрытия должен быть просушен на всю толщину. Масляные пятна на бетонном основании удаляют раствором едкого натра, а известковые – 3 %-м раствором соляной кислоты. Остатки соляной кислоты и щелочи смывают водой, после чего основание подсушивают. Насекают и огрунтовывают бетонное основание не ранее чем за 40 минут до укладки ксилолитовой смеси. Температурные, усадочные и другие швы в ксилолитовых покрытиях выполняют в тех местах, где устроены аналогичные швы бетонного основания. Ксилолитовую смесь укладывают в покрытие полосами шириной до 2,5 м по деревянным строганным маячным рейкам. Горизонтальность покрытия контролируют в процессе укладки рейкой и уровнем. Уложенную смесь выравнивают с помощью граблей и рейки. Затем смесь тщательно уплотняют пневматическими трамбовками. Если при трамбовании на покрытие выступает много жидкости, поверхность его посыпают сухой ксилолитовой смесью и снова трамбуют. Поверхность лицевого слоя ксилолитового покрытия заглаживают гладилками. Появляющиеся на поверхности покрытия бугорки прокалывают, чтобы выпустить воздух, и вновь заглаживают. На хорошо заглаженном покрытии равномерно выступает магнезиальное молоко. Заглаживание должно быть закончено до начала схватывания ксилолитовой смеси.

*Верхний слой двухслойного покрытия* укладывают по незаглаженному, затвердевшему и подсохшему нижнему слою через 1–3 суток после его укладки. Поверхность нижнего слоя предваритель-

но огрунтовывают раствором хлористого магния плотностью 1,06–1,07 г/см<sup>3</sup>. Перед укладкой нового участка ксилолитового покрытия кромку ранее уложенного участка обрубают вертикально по прямой линии, очищают и огрунтовывают раствором хлористого магния одновременно с огрунтовкой бетонного основания. Стык свежеложенного ксилолитового покрытия с ранее уложенным трамбуют и заглаживают до тех пор, пока он станет незаметным. Во время твердения ксилолитовые покрытия предохраняют от местного перегрева приборами отопления и от преждевременного движения по ним людей и транспортных средств. Помещение слегка проветривают.

*Многоцветные ксилолитовые покрытия* устраивают по рисунку, определяемому проектом, двумя способами: *без разделения границ рисунка покрытия специальными прокладками; с разделением границ рисунка прокладками (жилками) из меди, латуни, нержавеющей стали или стекла.* Первый способ требует больше времени на устройство покрытия, чем второй, так как ксилолитовую смесь каждого цвета можно укладывать только после затвердения и высыхания массы ранее уложенного смежного участка. Устройство многоцветного ксилолитового покрытия без жилок начинают с разбивки рисунка. Для этого на поверхности подстилающего или нижнего слоя в двухслойном ксилолитовом покрытии наносят мелом контуры рисунка пола от центра помещения к стенам. Затем на поверхности подстилающего слоя укладывают деревянные рейки, часть которых маячные, а часть – разделительные (рис. 21.1).

Часто маячные *1* и разделительные рейки монтируют в рамку-опалубку *4*. После установки рейки выверяют по угольнику и уровню и окончательно закрепляют на отметке пола. Опалубку закрепляют с помощью распорок *2* с клиньями *3*. После выполнения всех подготовительных операций приступают к последовательной укладке ксилолитовой смеси различных цветов в соответствии с рисунком покрытия. Сначала укладывают смесь требуемого цвета на участках фриза *1*, затем квадрат *2* (рис. 21.2). После достаточного отвердевания и высыхания смеси на уложенных участках снимают опалубку в зоне *3* (фон) и укладывают смесь. Укладка, разравнивание и уплотнение ксилолитовой смеси по рисунку в данном случае производятся так же, как и при устройстве одноцветных покрытий.

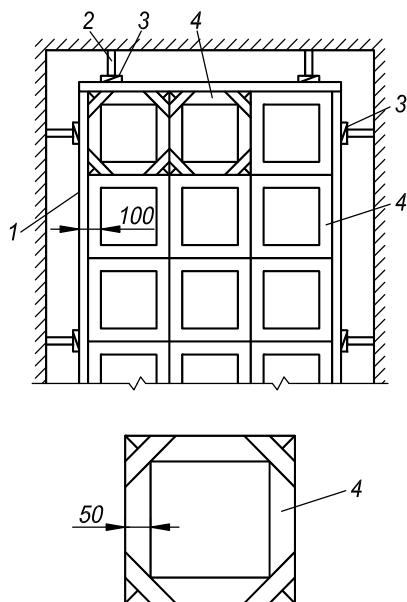


Рис. 21.1. Схема установки маячных и разделительных реек при устройстве ксилолитовых (мозаичных) полов по рисунку:  
 1 – маячная рейка; 2 – распорка; 3 – клинья; 4 – рамка-опалубка

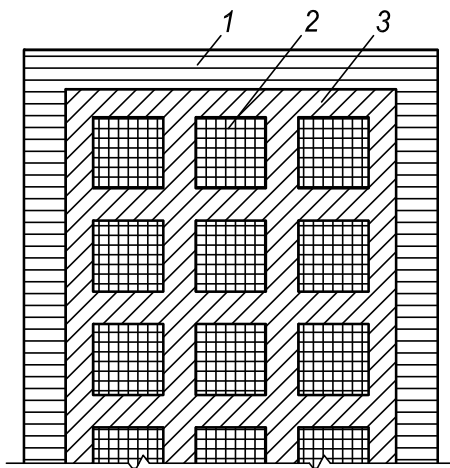


Рис. 21.2. Рисунок ксилолитового (мозаичного) пола:  
 1 – фриз; 2 – квадратные участки; 3 – фон

*При устройстве ксилолитовых покрытий с жилками (прокладками)* деревянные маячные рейки и рамки устанавливаются не нужно, так как опалубкой для укладки смеси различных цветов служат жилки. Ширина жилок в однослойном ксилолитовом покрытии зависит от толщины подстилающего и лицевого слоя или толщины нижнего и верхнего слоев в двухслойном. После разбивки и нанесения контура рисунка в подстилающем или нижнем слое ксилолитового покрытия (если эти слои еще недостаточно затвердели) делают лопаткой прорези, в которые вставляют жилки так, чтобы их верхняя кромка была на уровне пола. Установку жилок выверяют правилом и уровнем. Жилки дополнительно укрепляют магниезиальным раствором. Если подготовительный или нижний слой двухслойного ксилолитового покрытия не позволяет «втопить» или врезать жилки, их укрепляют магниезиальным раствором непосредственно на поверхности подстилающего слоя. В полученный таким образом каркас из жилок обычным способом укладывают ксилолитовую смесь различных цветов. Смесь укладывают бесперебойно, не ожидая схватывания и твердения ее на смежных участках. Уплотняют ксилолитовую смесь осторожно, чтобы не повредить и не сместить жилки и не нарушить рисунка покрытия. Смесь уплотняют легкими трамбовками и гладилками до равномерного появления магниезиального молока. Применяя прямолинейные и криволинейные жилки различных очертаний, можно устраивать ксилолитовые покрытия как простого, так и сложного рисунка.

При устройстве ксилолитовых покрытий могут появляться дефекты, которые устраняют до ввода покрытий в эксплуатацию. Белый налет, выступающий на поверхности ксилолитового покрытия, смывают теплой водой, после чего пол вытирают чистой ветошью насухо. При отслоении верхнего слоя от нижнего или обоих слоев от основания участки отслоившегося покрытия заменяют новым ксилолитовым покрытием. При появлении в покрытии трещин вдоль них вырубают полосу трапецеидального сечения широкой стороной книзу и вместо этой полосы укладывают новое ксилолитовое покрытие, тщательно трамбуя и затирая его. Отделку ксилолитовых покрытий (циклевание, затирка, шлифование) следует начинать не ранее достижения покрытием прочности, при которой исключена возможность выкрашивания опилок (через 1–2 суток после укладки покрытия). Циклевание и шлифование выполняют

с помощью циклевочных и шлифовальных машин. Во время шлифования покрытие нужно смачивать водой. Чтобы уменьшить пористость ксилолитового покрытия, после циклевания его затирают смесью из 300 г магнезита и 30 г пигмента затворенной 1 л раствора хлористого магния плотностью 1,07 г/см<sup>3</sup>. Раствор должен быть использован в течение 1 ч. Затирают покрытие ветошью или тряпками, смоченными в растворе; излишки раствора удаляют. Ксилолитовые покрытия протирают маслянистыми составами (растительными маслами, олифой, смесью из 30 % растительного масла и 70 % скипидара), которые придают ксилолитовому покрытию большую водостойкость. Операцию выполняют после полного просыхания ксилолитового пола (через 20–30 суток после укладки покрытия). Протирают ксилолитовые покрытия подогретыми до 40–50 °С составами, втирая их мягкими тряпками или ветошью. Излишки масла удаляют. После протирки маслом и высыхания его, ксилолитовые покрытия натирают мастикой для натирки полов или расплавленной смесью следующего состава, мас. ч.: парафина – 2, воска – 1, скипидара – 1, керосина – 5. Ксилолитовые покрытия натирают до получения блестящей поверхности.

**Безопасность производства работ** должна быть обеспечена выполнением содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение средств механизации для приготовления, транспортирования, подачи, укладки и уплотнения смеси ксилолита;
- технологической последовательности выполнения работ и применяемых для их выполнения электрических машин и инструмента.

Цемент необходимо хранить в закрытых емкостях, принимая меры против его распыления в процессе выгрузки.

Персонал, эксплуатирующий средства механизации, оснастку, приспособления и ручные машины, до начала работ должен быть обучен безопасным методам и приемам работ с их применением.

Работа растворосмесителя должна осуществляться при соблюдении следующих требований: очистка барабана смесительной машины допускается только после остановки машины и снятия напряжения.

При уплотнении смеси электротрамбовками при перерывах в работе и при переходе с одного места на другое их необходимо выключать.

Устройство и эксплуатация электроустановок должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 30331.1, ГОСТ 0331.3,

ГОСТ 30331.8, ГОСТ 30331.10, ГОСТ 30331.11, ГОСТ 30331.13, ГОСТ 30331.15.

При выполнении работ на производственной территории должны соблюдаться требования ГОСТ 12.1.013 и ГОСТ 12.1.030.

При применении смеси, содержащей химические добавки, следует выполнять следующие требования:

- исключить возможность контакта открытых участков кожи и глаз человека с бетонной смесью, имеющей добавки с вредными веществами (разжижитель С-3, нитрит натрия, нитрит-нитрат кальция и др.);

- обеспечить работников средствами индивидуальной защиты (защитными перчатками и очками).

#### **21.4. Технология устройства пола из древесины и изделий на ее основе**

**Пол из ламината.** Ламинат или ламинированный паркет представляет собой многослойную конструкцию (рис. 21.3), которая включает:

- влагостойкую бумагу, выполняющую стабилизирующую функцию, придает жесткость и устойчивость всей конструкции;

- основание (несущая панель) выполненное из водостойкого древесноволокнистого материала высокой или средней плотности (ДВП или ДСП);

- влагостойкий уравнивающий (стабилизирующий форму) меламиновый ламинат, снижающий внутренние напряжения;

- декоративный слой, выполненный из бумаги с декоративным рисунком. На слой декоративной бумаги наносят акрилатную или меламиновую смолу с добавлением минеральных частиц. Это сделано для повышения прочности и износостойкости материала;

- верхний слой: неэлектризующаяся высокопрочная пленка (ламинат, отсюда и название материала), устойчивая к механическим повреждениям. Она нужна, чтобы покрытие не протиралось и не выгорало на солнце.

Слои скрепляют между собой двумя способами. Во-первых, прессованием, когда их прессуют одновременно, не добавляя клея (такой вариант предпочтителен для «домашних» покрытий). И, во-вторых, наклеиванием, когда лицевой слой окрашенной бумаги склеивается с основой под высокой температурой и давлением (этот

ламинат, по мнению специалистов, годится для офисов, магазинов и других общественных мест с высокой «проходимостью»).

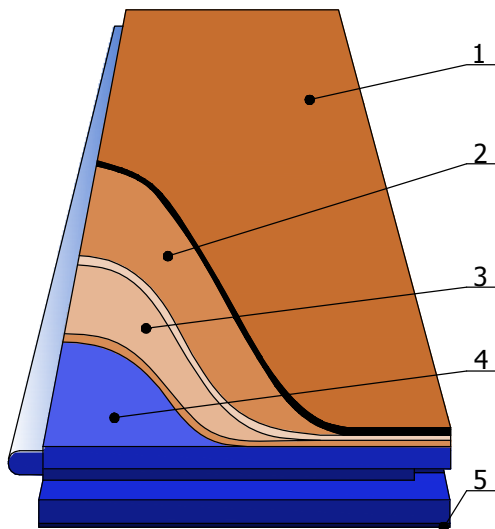


Рис. 21.3. Конструкция пластины ламината:

- 1 – слой акриловой или меламиновой смолы; 2 – слой декоративной бумаги;
- 3 – пленка, увеличивающая влагостойкость; 4 – панель ДВП, основа ламината;
- 5 – слой из влагостойкой бумаги

Ламинат – это материал одноразового применения. Срок службы ламината – 5–8 лет. Потом его нужно менять. Пластины ламината имеют следующие размеры: длина 1200–1980 мм; ширина 190–207 мм; толщина 6,3–10,8 мм.

*Способы укладки пола из ламината.* Есть два способа укладки ламината: на клею и «замковый».

*Способ на клею.* Все элементы ламинированного пола склеиваются между собой при помощи конструкции шпунт-паз. Клей следует наносить в соответствии с прилагаемой инструкцией. Дело в том, что технологии нанесения клея отличаются у разных производителей ламината. Время высыхания клея примерно 12 часов после укладки ламината, в это время можно вынимать распорные клинья. К полной нагрузке пол готов через 24 часа. В случае клеевого соединения должен применяться водостойкий клей.



*Способ «замковый».* Бесклеевая или «замковая» укладка ламината более проста, чем клеевая, поскольку не требует профессиональных инструментов и навыков. Планки просто защелкиваются между собой. Такой пол можно легко разобрать, заменить испорченные участки, перестелить – если предусмотрена повторная укладка. Однако при бесклеевой укладке ламината, влагостойкость может быть более низкой.

**Технология производства работ.** Основанием под покрытие пола из ламината может служить железобетонная панель или стяжка из цементно-песчаного раствора имеющая прочность не ниже 15 МПа. Влажность бетона панели не допускается выше 4 %, стяжки из раствора – не выше 5 %. Поверхность основания должна быть горизонтальной, ровной, гладкой и чистой, без раковин, трещин, наплывов и без перепадов на стыках панелей. Отклонения поверхности основания от горизонтальной плоскости не должны превышать 0,2 % от размера помещения. Ровность поверхности основания контролируют двухметровой рейкой. Просвет между поверхностью основания и двухметровой рейкой не должен превышать 2 мм. Выявленные вышеназванные дефекты необходимо устранить путем ремонта поверхности основания и устройством выравнивающих и упрочняющих слоев.

*Основанием под покрытие пола из ламината в помещениях реконструируемых зданий и при капитальном ремонте могут служить:*

– сборные стяжки из древесноволокнистых плит (ДВП), цементно-стружечных плит (ЦСП), древесностружечных плит (ДСП), гипсоволокнистых плит (ГВП), которые применяют не только в качестве выравнивающего слоя, распределяющего сосредоточенные нагрузки, но и для улучшения звукоизоляции междуэтажных перекрытий и обеспечения нормируемого теплоусвоения.

– старые дощатые полы. До укладки ламината следует удостовериться, что старый пол не подвергся гниению; проверить гвоздевые крепления и, при необходимости, в ослабленных местах дополнительно закрепить доски гвоздями к лагам. Если дощатый пол имеет неровности, то выполняется острожка или шлифовка поверхности и ее шпатлевание.

– ранее уложенные покрытия из поливинилхлоридного линолеума и коротковорсового коврового покрытия при условии, что эти материалы соответствуют стандартам по укладке и приклеены по

всей площади. Мягкие и длинноворсовые покрытия с резиновой подосновой должны удаляться. Последнее требование относится также к изношенным, разорванным или шероховатым покрытиям из рулонных, листовых и плитных материалов.

**Настилка покрытия пола из досок ламината способом на клею.** К устройству покрытия полов из ламината следует приступать только после окончания всех строительно-монтажных и отделочных работ, при производстве которых помещение загрязняется и создается повышенная влажность. До начала настилки покрытия пола должны быть полностью смонтированы, опробованы и включены системы отопления и водоснабжения. Перед укладкой не распакованные доски ламината и материалы подложки выдерживают в том помещении, в котором будут укладываться, в течение 48 часов при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха не выше 60 %.

На подготовленное и очищенное от грязи и мусора основание укладывается полиэтиленовая пленка, которая служит гидроизоляционным слоем. Пленка настилается с нахлестом не менее 20 см, разворачивается от стены и нарезается на полотнища непосредственно перед укладкой ламината. На полиэтиленовую пленку укладывается амортизирующая подложка из гофрированного картона или вспененного полиэтилена (с максимальной толщиной 3 мм). Она должна быть настелена перпендикулярно направлению досок ламината. Укладка досок ламината начинается вдоль стены, наиболее удаленной от входа, причем ряды должны быть ориентированы по свету в направлении окна, чтобы не были видны швы. Иначе все неровности пола будут подчеркнуты освещением. В узких комнатах и в коридорах укладку досок рекомендуется выполнять в продольном направлении, чтобы рационально использовать целые доски.

*Первый ряд досок ламината* укладывают слева направо пазовыми сторонами к стене по шнуру без клея на расстоянии 8–10 мм от стены, образуя деформационный шов. Если стена неровная, следует нанести ее контуры на первый ряд досок, а затем выпилить доски по этому контуру. В зазор между стеной и досками устанавливают клинья на расстоянии 50–60 см друг от друга. Положив последнюю доску на место (в первом ряду) необходимо с помощью шнура убедиться, что первый ряд лежит ровно. При необходимости следует отъюстировать ряд при помощи клиньев, установленных вдоль сте-

ны и произвести уплотнение последнего шва. Собрав все доски первого ряда, необходимо произвести склейку их торцов. Для этого клей наносится в паз по всей длине короткой стороны доски. При нанесении клея доску необходимо держать так, чтобы клей ложился на верхний край паза (против лицевой, декоративной стороны). После нанесения клея в пазы необходимо сжать доски таким образом, чтобы плотно прижать все стыки. Лишний клей сразу следует убирать влажной тряпочкой до того, как он загустеет. Еще раз убедиться с помощью шнура и клиньев, что первый ряд лежит ровно. Для конечного результата ровный первый ряд имеет важнейшее значение. Каждый последующий ряд досок следует начинать с укладки обрезка от последней доски предыдущего ряда. Если остаток меньше 30 см необходимо взять другую доску, распилить ее и начать укладку второго ряда. Сдвиг между досками соседних рядов должен быть не менее 30 см. Таким образом, будут смещены места стыков, что невозможно выполнить при досках одинаковой длины.

*Укладка второго и следующих рядов досок* производится с нанесением клея в пазы на всю длину, как с короткой, так и с длинной стороной, и плотной подгонкой друг к другу. При этом паз последующей доски должен целиком зайти на гребень предыдущей, швы должны быть плотно пригнаны. Перед тем как нанести клей в пазы досок, необходимо произвести их очистку от грязи и других включений. Чтобы не повредить кромки досок (гребни), при их сплачивании, необходимо пользоваться деревянным монтажным брусом с ручкой и молотком. При правильном нанесении клея в пазы досок в процессе их сплачивания на поверхность соединения должно равномерно выступать небольшое количество клея. Выступившему клею нужно дать подсохнуть, а затем удалить при помощи пластмассового шпателя.

*Последний ряд досок* должен быть подогнан по размерам и надежно поджат к предыдущему с использованием металлического клина, стамески или металлической скобы. Стену следует предохранять от повреждения колодкой или дощечкой, закрепленной клиньями. На каждую доску полной длины следует устанавливать не менее 2-х клиньев. Клинья, установленные в деформационные швы по периметру помещения, удаляют после отверждения клея (через 2–3 суток) и устанавливают плинтусы.

Если в помещении размер пола составляет более 6 м в направлении ширины доски, следует увеличить деформационный шов (зазор

между стеной и доской) на 1,5 мм на каждый дополнительный метр. При больших площадях помещений (более 100 м<sup>2</sup>) и в дверных проемах (между смежными помещениями) необходимо оставлять зазоры шириной 10–12 мм, которые заделывают заподлицо деревянными рейками из древесины мягколиственных пород, вставляемыми на ПВА-дисперсии непосредственно перед эксплуатацией помещения или устанавливая расширительные соединения – накладные профильные поливинилхлоридные раскладки, которые должны приворачиваться шурупами к основанию.

Для соединения досок с порогом или с другим видом покрытия пола (керамическая плитка, линолеум и др.) необходимо использовать металлические накладные полосы. Они должны крепиться к основанию пола, а не к ламинату. В местах сопряжения дверных коробок с покрытием пола следует до укладки доски ламината вырезать нижнюю часть дверной коробки ножовкой на глубину 12–15 мм, удалив пропиленную часть стамеской. В сделанное углубление устанавливается доска ламината заподлицо с ранее уложенными.

В местах прохода стояков системы отопления в доске следует просверлить отверстия на 20 мм больше диаметра трубы и сделать пропилы. Пилить следует под углом, чтобы при установке выпиленных участков доски на место они не сдвигались. После закрепления досок приклеиваются выпиленные куски. Зазоры между трубами и ламинатом закрывают, например, пластмассовыми фитингами. Расстояние между нижней частью отопительного прибора и покрытием должно составлять не менее 60 мм.

Между плинтусами и стенами устанавливают звукоизоляционную прокладку толщиной 2–3 мм. Плинтусы или галтели следует крепить к стене так, чтобы они плотно прилегали к ламинату, но не стопорили покрытие пола.

После завершения всех работ по настилке ламината и установки плинтусов пол очищают пылесосом или влажной тряпкой, протирают насухо и обрабатывают поверхность ламината полиролью.

### **Паркетные полы.**

**Применяемые материалы.** Для устройства покрытий паркетных полов применяют *штучный и мозаичный паркет, паркетные доски и щиты.*

**Штучный паркет** (СТБ 1454) состоит из паркетных планок шириной 30–90 мм с интервалом 5 мм и длиной 150–500 мм с интервалом

50 мм. Толщина паркета 15 и 18 мм. Стороны паркета – взаимно параллельные фрезерованные, а кромки – профилированные с гребнями и пазами. Изготавливают штучный паркет из древесины дуба, ясеня, клена, вяза, каштана, граба, березы, сосны и модифицированной древесины других пород, по эксплуатационным и физико-механическим свойствам не уступающей древесине твердых пород. Влажность древесины штучного паркета не должна превышать  $9 \pm 3$  %.

**Мозаичный паркет** (ГОСТ 862.2) состоит из паркетных планок, которые собираются в элементарные квадраты. Элементарным квадратом называют набор планок одинаковой длины и ширины, уложенных кромка к кромке, составляющих квадрат, сторона которого равна длине планки. Затем из элементарных квадратов, которые укладываются в шахматном порядке в зависимости от расположения и породы древесины планок, собирается ковер мозаичного паркета. Мозаичный паркет по способу фиксации планок для образования ковра делят на типы: П1 – наклеенный лицевой стороной на бумагу, которая, снимается с клеевым слоем после настилки паркета на основание пола, П2 – наклеенный обратной стороной на какой-либо материал, который остается в конструкции покрытия пола после настилки паркета. Ковер собирают в форме квадрата или по соглашению с потребителем в форме прямоугольника. Ковры выпускают размерами 400×400, 480×480, 520×520, 600×600 и 650×650 мм одинаковой длины и ширины, уложенных кромка к кромке, составляющих квадрат, сторона которого равна длине планки.

**Паркетные доски** (ГОСТ 862.3) изготавливают двухслойными: верхний слой – из прямоугольных планок древесины ценных пород, нижний слой, являющийся основанием паркетных досок – из строганных брусков или реек древесины более низких сортов. Различают два типа паркетных досок: П1 – для укладки по лагам и П2 – по сплошному основанию. В нижнем слое (основании) паркетной доски по всей ее длине через 20–30 мм устраивают продольные пропилы глубиной 16 мм (для досок типа П1) и 9 мм (для досок типа П2). Слои паркетных досок склеивают между собой водостойкими клеями фенолоформальдегидными или мочевиноформальдегидными. Прочность клеевого соединения на отрыв должна быть не менее 0,6 МПа. Паркетные доски при укладке по лагам выпускают общей толщиной 25 мм с рейками основания толщиной 19 мм (тип П1), при укладке по сплошному основанию – толщиной 18 мм (толщина реек – 12 мм).

Размеры паркетных досок унифицированы: при длине 1200 мм ширина изделия – 145 мм, при длине 1800 мм, ширина – 155 мм и при длине 2400 мм, ширина – 202 мм. Паркетные планки лицевого слоя изготавливают длиной 150, 160 и 207 мм, шириной 20 мм и толщиной 6 мм; рейки – длиной не менее 250 мм; их ширина должна быть кратна ширине паркетной доски. Лицевой слой паркетных досок изготавливают из тех же пород древесины (за исключением сосны), которые применяют для штучного паркета и должен быть покрыт водостойким лаком толщиной 50–60 мкм. Не допускается применение различных пород в одном изделии. Влажность древесины и изготовленных из нее паркетных досок и реек (брусков) не должна превышать  $8 \pm 2$  %.

**Паркетные щиты** (ГОСТ 862.4) состоят из основания, на которое с определенным рисунком наклеивают лицевое покрытие из паркетных планок или квадратов шпона. Основной рисунок лицевого покрытия щита – элементарные квадраты, располагаемые в шахматном порядке. В краях щитов предусмотрены пазы для соединения одного щита с другим с помощью шпонок или гребней. В зависимости от применяемых материалов и конструкции основания щиты делят на следующие типы: ПЩ1 – с основанием из рам; ПЩ2 – с основанием из реек, обклеенных лущеным шпоном; ПЩ3 – с основанием из древесностружечной плиты, обклеенной лущеным шпоном; ПЩ4 – с двухслойным реечным основанием. Паркетные щиты выпускают толщиной  $30 \pm 0,2$  мм, размером (в плане) 400×400, 475×475 мм с допускаемым отклонением  $\pm 0,3$  мм и 600×600, 800×800 мм с отклонением  $\pm 0,5$  мм. По согласованию с заказчиком допускается изготавливать щиты прямоугольной формы при ширине 400 и 475 мм, длиной, равной трехкратной ширине, а при ширине 600 и 800 мм – двукратной. Размеры паркетных планок, в мм: толщина 6, длина 100–400 и ширина 20–50 с допускаемым отклонением  $\pm 0,2$ ; размеры квадратов шпона, мм: толщина не менее 4, ширина 100–200 и длина 100–200 с допускаемым отклонением  $\pm 0,2$ .

Требования к качеству лицевого покрытия щитов те же, что и к штучному паркету. Шпон изготавливают из тех же пород древесины, что и планки штучного паркета. Влажность древесины и изготовленные из нее элементы паркетных щитов не должна превышать 8 %. Лицевая сторона щитов должна быть покрыта прозрачным лаком толщиной 50–70 мкм.

**Клеи и мастики для наклеивания паркета.** В настоящее время выпускается большое количество *клеевых составов*. Самыми популярными являются дисперсионный клей АДМ-К, поливинил-ацетатный клей, поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная дисперсия, этилацетатный клей ПМП-10, «Бустилат», «Лателин», ку-мароно-бутилфенолформальдегидный клей 88-Н.

Помимо клеев, для наклеивания паркетных планок используют *мастики* – пластичные смеси, состоящие из органического вяжущего вещества и наполнителей; довольно часто в состав мастик входят другие добавки. Наполнители бывают пылевидные, волокнистые (например, хризолитовый асбест) и комбинированные. В зависимости от входящих в состав органических вяжущих веществ мастики подразделяются на битумные, резинобитумные, полимерные, дегтярные и т. д. Мастики бывают горячими и холодными.

*Горячие мастики* изготавливаются на основе дегтя или нефтяного битума, *холодные* – на основе полимеров или их смеси с нефтяным битумом.

**Набор основного инструмента для укладки паркета включает:**

- скребок на длинной ручке для удаления наплывов с бетонной подготовки;
- конусный бачок для доставки мастики на рабочее место;
- лейка для нанесения слоя мастики на основание;
- большая и малая гребенки для выравнивания нанесенного на основание слоя мастики;
- паркетный молоток со скошенным обушком;
- плотничный молоток с квадратным обушком;
- плотничный молоток с круглым обушком;
- добойник для полного погружения шляпок гвоздей в древесину.

**Технология устройства пола из штучного паркета** включает следующие технологические операции.

**Подготовка основания.** Покрытия из штучного паркета выполняют после окончания всех строительно-монтажных и отделочных работ, при производстве которых помещение загрязняется и создается повышенная влажность. Перед настилкой паркета на мастике проверяют качество готовой стяжки, ее ровность и влажность, а также температуру и влажность воздуха в помещении.

К помещениям, в которых будут производить укладку паркета, предъявляют следующие требования. Температура воздуха на уровне

пола должна быть не ниже 10 °С; относительная влажность воздуха не выше 60 %; влажность цементно-песчаной стяжки – не более 6 %, а бетона панелей междуэтажного перекрытия – не более 4 %. Оконные и балконные блоки должны быть остеклены; полностью смонтированы системы отопления и вентиляции; выполнены подвесные потолки.

*Работы выполняются в следующей технологической последовательности.* Вначале основание очищают от строительного мусора и наплывов раствора металлическими скребками на длинных ручках. Затем основание обеспыливают, удаляя пыль щетками. Выявленные поврежденные места стяжки (выбоины, трещины), заделывают полимерцементным раствором. С помощью двухметровой контрольной рейки, на которую устанавливают уровень, проверяют ровность и горизонтальность поверхности цементно-песчаной стяжки или выравнивающего слоя. Просветы между стяжкой и рейкой должны быть не более 2 мм. Как правило, для повышения звукоизоляции междуэтажных перекрытий, наклейка штучного паркета выполняется на основание из древесноволокнистых плит (ДВП). Рекомендуется, в случае, когда настилка паркета выполняется по сплошным железобетонным перекрытиям (панельные здания), наклеивать два слоя ДВП. Нижний слой из мягких плит М-20 толщиной 12 мм и верхний слой – твердые древесноволокнистые плиты Т-350 или Т-400 толщиной 4 мм. Для междуэтажных перекрытий из многопустотных сборных железобетонных плит рекомендуется применять твердые ДВП, уложенные в один слой.

*При наклейке штучного паркета на основание из древесноволокнистых плит выполняются следующие работы.* Согласно предварительно составленной схеме раскладки ДВП в помещении выполняют их раскрой специальным ножом. К месту укладки раскроенные плиты подносят с помощью специальных крючков. Сначала древесноволокнистые плиты укладывают на основание насухо, с зазорами 5–6 мм. После этого, поочередно поднимая плиты, наносят на основание горячую или холодную битумную мастику и плавно, во избежание разбрызгивания мастики, их опускают и приклеивают. После укладки древесноволокнистых плит, выступившие в швах битум или мастику, счищают скребками. На плитах не должно быть изломов, разрывов и разбитых кромок. Влажность плит не должна превышать 12 %.



В качестве сплошного основания под полы из штучного паркета в жилых помещениях, садах, школах, с точки зрения экологической безопасности, целесообразно применять дощатый настил. Технология его крепления к стяжке аналогична, как для плит ДВП. При использовании дощатого настила в качестве сплошного основания под полы из штучного паркета необходимо выполнить дополнительную технологическую операцию – **выровнять настил**. Выравнивают дощатый настил, как правило, с помощью машины СО-97 для строжки полов. Машина имеет ножевой барабан. В зависимости от неровностей основания используют прямые или обратные ножи. При значительных неровностях острожку выполняют прямыми ножами, когда угол резания составляет  $54^\circ$ . При этом скос ножей повернут назад, т. е. против движения барабана. При незначительных неровностях острожку производят обратными ножами, когда угол резания составляет  $90^\circ$  и ножи установлены так, что их скос направлен вперед, т. е. по направлению движения барабана.

**Укладка штучного паркета.** Штучный паркет, как правило, в елку, когда планки располагаются под углом  $90^\circ$  друг к другу и под углом  $45^\circ$  к стенам. При этом торец одной планки упирается в конец продольной кромки соседней планки так, чтобы с одной наружной стороны угла планки был паз, а с другой – гребень (рис. 21.4).

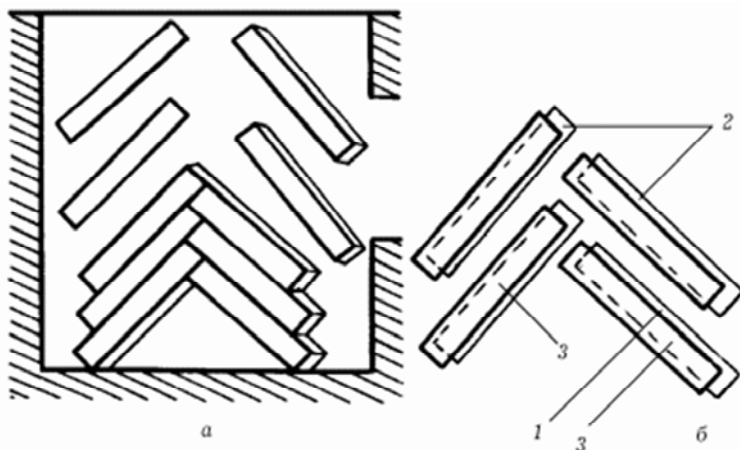


Рис. 21.4. Схема соединения штучного паркета в «елку»:  
1 – пазы; 2 – гребни; 3 – планки паркета

Сначала составляют план настилки паркета для каждого помещения и делают разбивку рядов покрытия пола, чтобы выбрать планки оптимального размера с целью экономии паркета и сокращения трудовых затрат. Перед настилкой паркета его сортируют по размеру, породе, цвету и текстуре древесины. В каждом отдельном помещении обычно укладывают паркет из древесины одной породы, одного рисунка и преимущественно одного размера. Паркет разных цветов и размеров используют для создания специального рисунка пола. К дощатому основанию паркетные планки крепят гвоздями, а к остальным основаниям – мастикой.

На подготовленное основание насухо раскладывают змейку из паркетных планок, в которой каждая планка соответствует ряду паркета (рис. 21.5).

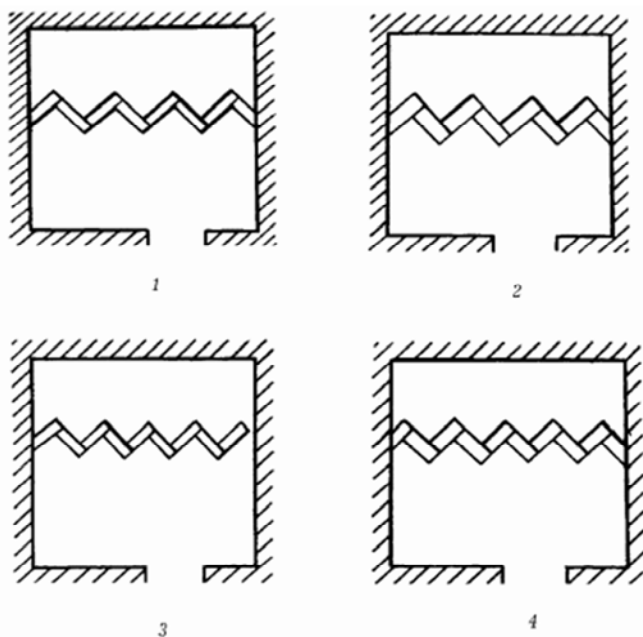


Рис. 21.5. Схемы раскладки змейки из паркетных планок:

- 1 – при четном числе целых планок шириной до 40 мм;
- 2 – при четном числе целых планок шириной более 40 мм;
- 3 – при нечетном числе целых планок шириной до 40 мм;
- 4 – при нечетном числе целых планок шириной более 40 мм

Змейку располагают поперек помещения, перпендикулярно к направлению световых лучей от окон. При таком наборе паркет имеет более красивый вид, поскольку лучше выявляется естественная текстура древесины. Крайние планки змейки не должны доходить до стен или перегородок на 10–15 мм. Длину планок подбирают так, чтобы в помещении укладывалось целое число рядов паркета, а количество планок в змейке по возможности было четным.

Каждая пара планок в змейке составляет одну «елку», а количество их в змейке соответствует числу елок в полу данного помещения. При выборе ширины паркетных планок следует учитывать, что концы планок шириной до 40 мм у стен можно не опиливать, так как зазоры будут закрыты плинтусами. Концы планок шириной более 40 мм необходимо опиливать под углом 45° параллельно стене. Змейку выкладывают из планок, имеющих гребень на левом и правом торцах, так, чтобы с одной стороны угла был только гребень, а с другой – только паз. Если по ширине помещения укладывается целое четное или нечетное количество планок, рисунок составляют так же, как выложена змейка. При нечетном числе планок в змейке и ширине планок более 40 мм змейку сдвигают на половину длины планки к одной из продольных стен помещения. В оба крайних ряда укладывают планки, распиленные по длине пополам под углом 45°. Если нельзя выложить в змейку целое количество планок, для одного или обоих крайних рядов подбирают планки малой длины.

Паркетные планки начинают укладывать с маячной «елки», которой называют первые два ряда паркета. Маячную «елку» можно располагать по центральной оси помещения или параллельно одной из длинных сторон (лучше дальней от входной двери в помещение). При укладке паркета в длинных и узких помещениях (коридорах, переходах) маячную елку настилают вдоль их центральной оси в обе стороны помещения. При укладке маячной «елки» вдоль длинной стороны помещения, паркет настилают от дальнего от входа угла и только в одну сторону от маячной «елки» (рис. 21.6, а). Для правильного расположения маячной «елки» в заданном месте через все помещение натягивают шнур, который крепят гвоздями, забиваемыми в основание или в заранее приклеенные к нему на мастике паркетные планки. Шнур должен находиться над основанием на расстоянии, равном толщине паркетной планки. Для удобства укладки маячной елки шнур натягивают по длине стыка двух пла-

нок уложенной змейки так, чтобы под ним находился левый ряд планок, а правый только касался шнура. Этот способ имеет следующие преимущества – материалы к месту работы подносятся без хождения по свежеложенному паркету.

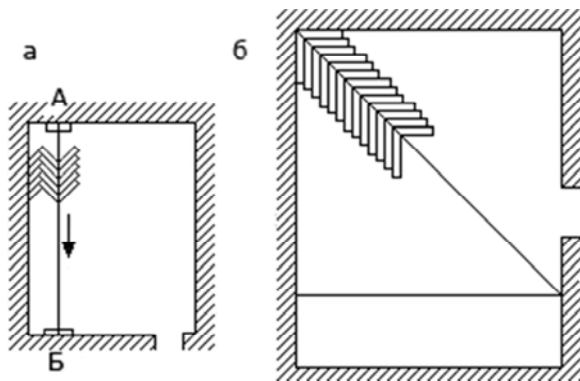


Рис. 21.6. Схемы разметки и раскладки маячной «елки» из штучного паркета:

*а* – положение маячного шнура АБ при настилке паркета в прямую елку (параллельно продольной стене);

*б* – положение маячного шнура при настилке паркета в косую елку

*Первые планки маячной «елки» укладывают на мастику.* Первые 6–8 планок, предварительно плотно соединив, укладывают под натянутый шнур и приклеивают. Это создает прочный упор для сплачивания (соединения) следующих планок паркета. Для сплачивания паркетных планок пользуются специальным паркетным молотком со скошенным обушком. Перед укладкой планок паркета на основание наносят (разливают) с помощью леек слой мастики полосой на 5–10 см превышающую ширину маячной «елки». По мере укладки планок паркета мастику разравнивают зубчатыми гребенками (шпателями). Толщина слоя мастики около 0,6–0,8 мм. Когда уложены все планки маячного ряда, шнур снимают и приступают к укладке остальных рядов паркета. После окончания укладки всех рядов в помещении необходимо закончить пол у торцовых стен, где образуются не заполненные паркетными планками треугольники. Эти места заполняют из разрезанного по диагонали квадрата, набранного насуху из планок паркета того же размера.

При устройстве паркетного покрытия в помещениях со сложной конфигурацией стен или непрямыми углами для уменьшения количества отходов паркетных планок рекомендуется использовать рисунок покрытия из паркетных планок – косая «елочка» (рис. 21.6, б). При этом рисунке все планки паркета параллельны соответственно двум смежным сторонам помещения в отличие от прямой елки.

К дощатому основанию паркетные планки крепят обычными строительными гвоздями длиной 40 мм и диаметром 1,6–1,8 мм. Каждую планку крепят тремя гвоздями, из которых один забивают в торцовый, а два других в продольный паз планки. При длине планки более 300 мм в продольный паз забивают три гвоздя.

### **Технология устройства пола из паркетной доски.**

**Устройство покрытия по лагам.** Паркетные доски толщиной 23, 25 и 27 мм укладывают по лагам. До начала настилки полов должны быть выполнены все предшествующие работы – строительные, специальные, а также по подготовке оснований.

Перед настилкой досок влажность песка основания под лаги не должна превышать 4 %. Песок должен быть чистым и содержать не более 5 % органических примесей и глиняных частиц. Работу по устройству основания начинают с разравнивания песка частыми граблями. При этом удаляют остатки строительного мусора. Затем поверхность песка приглаживают рейкой с учетом проектной толщины засыпки и проектной отметки. По выровненной поверхности укладывают звукоизолирующие прокладки и лаги. Прокладки изготовляют из древесноволокнистых плит, отрезая от них ножом полосы шириной 100 мм. Полосы подкладывают под лаги во время укладки их на песок.

*Первую маячную лагу* укладывают вдоль длинной стены помещения на расстоянии 40 мм от нее, а остальные маячные лаги на расстоянии 2 м друг от друга. После предварительной раскладки в помещении маячных лаг проверяют их горизонтальность с помощью двухметровой рейки и уровня, устанавливаемого на рейку. Рейку вместе с уровнем передвигают по всей длине маячных лаг. Если нужно выровнять лаги, подсыпают песок или укладывают дополнительную прокладку из древесноволокнистых плит. Верхние плоскости лаг должны быть строго горизонтальны. Между маячными лагами укладывают на расстоянии 40–50 см одну от другой промежуточные лаги. Их горизонтальность проверяют также с помо-

щью рейки и уровня. Лаги временно расшивают досками во избежание смещения в процессе укладки покрытия.

Паркетные доски начинают укладывать от дальней короткой стены, параллельно которой натянут маячный шнур на расстоянии 170–175 мм от стены. Первую доску укладывают на лаги гребнем к стене на расстоянии 10–15 мм от нее и прибивают к каждой лаге гвоздями. Крепление паркетной доски к лагам выполняется строительными гвоздями длиной 40–50 мм и диаметром 2,5–3 мм. Гвозди забивают в основание нижней щеки паза под углом 45° и утапливают добойником. Паркетчики при этом пользуются молотком паркетчика со скошенным обушком, который не разрушает кромки паркетной доски. В торец первой доски по шнуру укладывают вторую доску. При этом ее торцовый гребень должен плотно войти в торцовый паз первой доски. Стыки досок следует устраивать только на лагах, причем соседние по ширине доски не должны стыковаться на одной лаге. Стыки устраивают вразбежку. Завершив укладку ряда паркетных досок, если не удастся укладка целого числа досок, следующий ряд начинают с укладки доски, оставшейся от предыдущей, отрезанной в конце помещения. Если по ширине помещения можно уложить целое число паркетных досок, то для следующего ряда надо распилить первую доску так, чтобы стык с последующей доской пришелся на лагу. По этому размеру следует отпиливать и укладывать каждый четный ряд паркетных досок, тогда как нечетные ряды начинаются с укладки целой доски. Доски отпиливают ножовкой по дереву или электрическими дисковыми пилами. После укладки первого ряда паркетных досок снимают маячный шнур и приступают к укладке следующих рядов досок, тщательно следя за тем, чтобы гребень очередной доски плотно вошел в паз ранее уложенной. Для сплачивания паркетных досок применяют сжимы. При использовании клинового сжима сплачивание осуществляется за счет расклинивания досок к установленной на лаге металлической скобе. Доски расклинивают ударами молотка по торцам клиньев. На всю длину паркетной доски необходимо установить не менее двух сжимов, но не на соседних лагах. Когда паркетные доски плотно подогнаны друг к другу, их прибивают к каждой свободной от сжима лаге, после чего снимают поочередно сжимы и прибивают доски и к этим лагам. Применяя сжимы, можно использовать доски с незначительными продольными деформация-

ми от коробления, так как усилия от клиньев достаточно для выравнивания досок. Если последнюю доску в помещении нельзя уложить целиком по ширине, то ее распиливают вдоль, по размеру, обеспечивающему у стены зазор 10–15 мм.

**Устройство покрытия без лаг.** Покрытия из паркетных досок толщиной 15 и 18 мм устраивают без лаг. Начинают устройство пола с очистки и выравнивания основания. После вынесения отметок верхнего покрытия пола укладывают два слоя древенноволокнистых плит. Технология устройства основания из ДВП под покрытие из паркетных досок, аналогична, как и под штучный паркет. Устройство покрытия начинают вдоль длинной стены помещения на расстоянии 10–15 мм от стены. Для предотвращения смятия кромок при сплачивании досок следующего ряда, устанавливают клинья-распорки через каждые 50–60 см по длине доски в местах, где лицевые планки перпендикулярны стене. Затем подготавливают и укладывают следующие доски и сплачивают их с ранее уложенными. На продольный гребень укладываемой доски наносят дисперсию ПВА с помощью филенчатой кисти. Дисперсию наносят отдельными мазками через 40–50 см по всей длине доски. Торцовые гребни намазывают полностью. После сплачивания паркетных досок влажным тампоном удаляют выступившие на лицевую поверхность досок излишки дисперсии ПВА. Доски сплачивают по длине за счет гребня и паза. Опиленные части досок должны быть обращены к стенам.

#### **Технология устройства пола из паркетных щитов.**

**Устройство покрытия по лагам.** Все типы паркетных щитов толщиной 40, 32 и 28 мм укладываются по деревянным лагам. *Устройство полов из паркетных щитов по лагам выполняют в такой технологической последовательности:* очистка поверхности перекрытия или песчаной засыпки; вынесение отметок верхнего покрытия пола; раскрой и раскладка прокладок из древесноволокнистых плит; укладка лаг по шнуру и выравнивание по уровню; настилка, сплачивание и крепление паркетных щитов к лагам гвоздями; шлифование готового покрытия; установка плинтусов или галтелей, окончательная отделка покрытия лаком или мастикой.

*Очистку поверхности перекрытия или песчаной засыпки, вынесение отметок чистого пола, раскрой и раскладку прокладок из мягких древесноволокнистых плит выполняют так же, как при устройстве полов из паркетных досок по лагам.*

План укладки паркетных щитов не составляют. В помещениях большой площади лаги и щиты раскладывают от центра к стенам. При четном количестве щитов в одном ряду по центральным осям помещения натягивают взаимно перпендикулярные шнуры. При нечетном количестве щитов шнуры сдвигают на половину размера щита. Под шнуром параллельно длинным сторонам помещения укладывают первую, центральную лагу. Затем в обе стороны с заданным в зависимости от размеров щитов шагом (400 или 300 мм) укладывают все остальные лаги по прокладкам из мягких древесноволокнистых плит. Чтобы случайно положение лаг не нарушилось, их можно временно раскрепить досками. После проверки горизонтальности верхних плоскостей лаг приступают к укладке щитов. *Первый щит* укладывают у пересечения шнуров и крепят к лагам. От правильной установки первого щита во многом зависит качество всего покрытия. Перед укладкой второго и всех следующих щитов устанавливают шпонки или гребни. Щиты тщательно сплачивают, добиваясь отсутствия провесов между лицевыми поверхностями и щелей между кромками щитов. Сплачивают щиты с помощью паркетного молотка со скошенным обушком. Возможно применение и плотничных молотков, но тогда кромку щитов необходимо защищать деревянной прокладкой.

Щиты независимо от их типа укладывают сначала вдоль одного маячного шнура, после чего укладывают по второму шнуру ряд щитов, перпендикулярных первому. Дальнейшую укладку щитов можно вести произвольно. При работе с особенно большими щитами для их сплачивания применяют различные сжимы. Если у стен нельзя уложить целые щиты или щиты-доборы, то их обрезают по необходимому размеру с помощью пилы ИЭ-6902. Укладывают эти щиты так, чтобы у стен оставался зазор 10–15 мм, который в дальнейшем перекрывают плинтусом или галтелью.

В жилых домах и небольших помещениях общественных зданий щиты начинают укладывать от любого удаленного от входа угла. В этом случае щиты укладывают вдоль смежных стен в двух направлениях по маячным шнурам, закрепляющим прямой угол между рядами щитов. У двух соответственно противоположных стен подгоняют по месту щиты-доборы. Для удобства работы щиты предварительно раскладывают в направлении, обратном настилке с напуском около 100 мм. Настилают щиты приемом «от себя».



**Устройство покрытия без лаг.** Щиты толщиной 22 и 25 мм укладываются без устройства лаг по сплошной сборной стяжке из мягких древесноволокнистых плит.

Настилают щиты в определенной последовательности способом «на себя», начиная от наиболее удаленного от входа угла помещения. При работе необходимо контролировать, чтобы стыки щитов не совпадали со стыками ДВП. На участках, где имеет место совпадение стыков между щитами и древесноволокнистыми плитами, необходимо укладывать прокладку из пергамина шириной не менее 300 мм. Щиты раскладывают насухо по двум шнурам, взаимно перпендикулярно натянутым в углу помещения, с учетом необходимости зазора между стеной (перегородкой) около 10–15 мм.

В отличие от щитов, которые укладываются по лагам, щиты ПЩ4 сплачивают шпонками или гребнями на клею. Клеями (мастиками) промазывают также боковые кромки щита.

После завершения в помещении работ по настилке щитов в зазоры между щитами и стенами (перегородками) устанавливают клинья и распорки для плотного соединения щитов. Клинья и распорки демонтируют после полного твердения клея. Зазор между щитами и стеной (перегородкой) перекрывают плинтусом или галтелью.

### **Отделка покрытия полов из паркета.**

**Подготовка поверхности пола к отделке.** Целью подготовки является получение высококачественного декоративно-защитного слоя. Подготовка поверхности пола к отделке обусловлена следующими требованиями, которые предъявляются к поверхности паркетного пола. Она должна быть:

- ровная, чистая, гладкая;
- не иметь уступов между кромками смежных элементов покрытия;
- максимальная высота неровностей (шероховатость) поверхности 70 мкм.

Для выполнения этих требований уложенные паркетные полы из штучного и мозаичного паркета *цикляют и шлифуют*.

**Циклеванием** устраняют отдельные неровности и перепады между планками покрытия. Паркет цикляют главным образом вдоль волокон, слегка увлажняя пол перед работой. Работу выполняют два паркетчика: один увлажняет пол, убирает стружку и затачивает цикли, а другой (более высокого разряда) – циклет пол.

После устранения неровностей все покрытие шлифуют паркетно-шлифовальными машинами.

*Натирка паркета мастиками.* Мастика, нанесенная на подготовленные паркетные покрытия, впитывается открытыми порами древесины, и на поверхности создается водоотталкивающая пленка, предохраняющая паркет от увлажнения, загрязнения, истирания.

Для натирки паркета применяют различные мастики, которые в зависимости от растворителя подразделяются на скипидарные и водные.

Скипидарные мастики наносят на подготовленную (очищенную от пыли пылесосом) поверхность паркета мягким тампоном тонким равномерным слоем.

Водные мастики на чистый, обеспыленный пол наносят с помощью волосяной щетки и распределяют равномерным слоем.

Рекомендуется для вновь уложенного паркета после высыхания первого слоя нанести второй.

После полного высыхания мастики пол натирают до блеска полотерными машинами.

При небольших объемах работ или исправлениях дефектов отдельные участки пола натирают ножными полотерными щетками с жесткой щетиной или капроновым волокном.

*Нанесение лаков.* Для покрытия паркетных полов применяют лаки, отвечающие следующим требованиям: пленка лака должна быть прочной, влаго- и светостойкой, не искажающей текстуру древесины. Этим требованиям отвечают лаки ГФ-257, МЧ-26, ПФ-231, УР-19, УР-294, УР-293, паркетный лак. Среди лаков зарубежного производства самыми популярными считаются «Миранол», «Яхтовый лак», «Бейтц-лак».

Лак наносят только на сухой чистый пол. При нанесении лака кистью или тампоном его втирают в поры паркета, не допуская наплывов и капель. После нанесения первого слоя лака отдельные волокна древесины паркета приподымаются. Для удаления волокон и получения хорошей поверхности всего покрытия рекомендуется обработать всю поверхность пола мелкой шлифовальной шкуркой, не опасаясь нарушить лаковое покрытие. После этого поверхность пола вновь обеспыливают и покрывают двумя слоями лака. Каждый слой лака наносят после полного высыхания предыдущего слоя.

Рабочие места должны быть организованы так, чтобы была обеспечена полная безопасность работ.

К работе по устройству покрытия допускаются лица, прошедшие общий инструктаж по технике безопасности и обучение работе с механизированным деревообрабатывающим инструментом.

Помещения, в которых работают с применением мастик и клеев на основе полимеров, выделяющих взрывоопасные и вредные для здоровья летучие вещества, должны периодически проветриваться. Рабочие, занятые приготовлением мастик, клеев, должны быть в спецодежде и брезентовых рукавицах. Все рабочие должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты дыхательных органов – работать в респираторах.

Применяемый инструмент должен быть в исправном состоянии.

Рабочие органы ручных инструментов не должны иметь трещин и заусениц.

При работе с горячей мастикой доставку ее на рабочее место осуществляют в специальных бачках, герметично закрытых крошкой и заполненных на  $\frac{3}{4}$  объема.

При попадании на кожу горячей мастики ее смывают теплой водой с мылом или смазывают ланолиновой пастой. На обожженное место прикладывают примочку из водного раствора марганцовокислого калия, затем смазывают вазелином или специальной мазью от ожогов.

Все клеящие мастики содержат легковоспламеняющиеся растворители, что требует соблюдения мер пожарной безопасности.

В связи с этим, мастику на основание разравнивают резиновыми или другими шпателями, исключая образование искр.

Количество мастики на рабочем месте не должно превышать сменного расхода.

В помещениях, где ведутся работы с мастиками, запрещается курить.

По окончании работы приводят в порядок рабочее место, моют и убирают инструменты.

## 21.5. Наливной пол

**Конструктивное решение и применяемые материалы.** Наливные полы рекомендуется применять в помещениях, где они будут подвергаться воздействиям: влаги и переменных температур (веранды, балконные лоджии, ваннные комнаты, кухни), а также интенсивным нагрузкам (холлы, вестибюли, производственные помещения, торговые залы, склады, гаражи). Особенностью наливного пола

является возможность его самостоятельно выровняться до идеальной горизонтальной плоскости при минимальной толщине слоя 3,5 мм.

*Существует два типа наливных полов:*

– финишное покрытие, которое впоследствии и является напольным покрытием;

– быстротвердеющая стяжка на цементной основе, используемая при подготовке покрытия для последующего устройства на нем напольного покрытия: паркет штучный, паркетная доска, линолеум и т. д.

Выбор покрытия определяется назначением помещения, состоянием и качеством основания (марка бетона), предполагаемыми механическими нагрузками и возможным химическим воздействием, требует ли покрытие декоративности, специальными требованиями (антистатичность, антискольжение и др.). *Для покрытия наливных полов рекомендуется применять следующие безвредные в эксплуатации смолы: метилметакриловые, цементно-акриловые и полиуретановые.*

На практике предпочтение отдают наливным полам, изготавливаемым на основе полиуретановых и эпоксидных составов.

Учитывая, что эпоксидные смолы оказывают вредное воздействие на здоровье человека, их рекомендуется применять в складских помещениях и гаражах.

**Полиуретановые полы** отличаются высокой стойкостью к механическим и химическим нагрузкам. Большая эластичность полиуретана позволяет использовать такие полы там, где возможна большая деформационная и ударная нагрузка. Полиуретановые полы устойчивы к низким температурам и к колебаниям температур. Рекомендуется устраивать такие полы в помещениях с постоянной вибрацией или подвижностью пола, жесткими абразивными нагрузками.

**Эпоксидные полы** устойчивы к химически агрессивным веществам (растворам солей, щелочей, кислот, электролитам, бензину, машинному маслу и пр.). Они менее эластичны и более хрупки по сравнению с полиуретановыми, поэтому не рекомендуются к применению там, где возможны ударные воздействия. Такие покрытия рекомендуют для помещений с высокими механическими нагрузками и воздействием жидкостей (в т. ч. и агрессивных).

**Устройство наливных полов** включает следующие основные технологические операции:

– подготовка основания;

– нанесение грунтовочного слоя на основание;

- нанесение основного (базового) слоя;
- нанесение лицевого слоя.

**Подготовка основания.** От того, насколько качественно будет подготовлено основание для наливного пола, зависит исходный результат. Следует отметить, что основанием для наливного пола могут служить, как бетон, так и дерево и керамическая плитка. Хотя бетонное основание надежнее и желательнее.

*Если основанием для наливного пола служит **дерево***, влажность материала его поверхности должна быть не более 8–10 %. Пол требует полной очистки от защитных покрытий (краска, лак, мастика и др.). Поверхность его должна быть максимально сухой и чистой. Деревянную поверхность необходимо шлифовать. Особое внимание уделяется удалению пыли и мелких частичек грязи. Существенным недостатком деревянного основания (особенно выполненного по лагам) является его деформативность, что по окончании работ может привести к появлению трещин в наливных полах.

*Покрытие пола из **керамической плитки*** является достаточно надежным (прочным) основанием для наливного пола. Но до использования его в качестве основания для наливного пола необходимо выполнить следующие подготовительные работы. Проверить, надежно ли крепятся керамические плитки к основанию. Если есть подвижные плитки, их необходимо удалить и образовавшиеся неровности заделать шпатлевкой. Плиточное покрытие необходимо тщательно обезжирить и очистить.

*Основанием для **вновь устраиваемых наливных полов** является **стяжка***. Работы по устройству стяжки должны выполняться после окончания строительных и монтажных работ, при производстве которых стяжка может быть повреждена. Устройство стяжек допускается при температуре воздуха на уровне пола и температуре нижележащего слоя не ниже 5 °С, эта температура должна поддерживаться до приобретения стяжкой прочности не менее 50 % проектной.

*До начала производства работ по устройству выравнивающей стяжки необходимо выполнить следующие подготовительные технологические процессы:*

- очистить от строительного мусора и пыли поверхность нижележащего слоя;
- определить с помощью нивелира (гибкого уровня) отметки чистого пола и установить маячные рейки.

При устройстве стяжек по бетонному основанию (перекрытию из сборных железобетонных плит) поверхность нижележащего слоя необходимо увлажнить способом «дождевания», без скопления воды. Зазоры между сборными плитами перекрытий, места примыканий их к стенам, а также монтажные отверстия должны быть заделаны мелкозернистой бетонной смесью. Как правило, стяжку делают из сухих бетонных смесей. Для получения гладкой и прочной поверхности в нее добавляют в небольших объемах сухие клеевые смеси (например – казеиновый клей). Это замедляет и без того длительный процесс высыхания стяжки. Учитывая, что значение весовой влажности стяжки является определяющим условием, влияющим на качество (эксплуатационные характеристики) наливных полов, необходимо строго выдерживать сроки и режимы технологического перерыва, необходимого для полного высыхания стяжки. Накопленный опыт устройства наливных полов показал, что при температуре в помещении в пределах от 5 до 25 °С и относительной влажности воздуха не выше 60 % стяжка будет сохнуть около 45 дней.

**Нанесение грунтовочного слоя на основание.** Следующим этапом подготовки поверхности базового слоя наливного пола является грунтование. Этот процесс необходим для того, чтобы увеличить адгезию – сцепление смеси с основанием и закрыть поры в материале стяжки. Если не обработать верхний слой материала основания грунтовкой, то при заливке основного (базового) слоя из пор материала основания будет выдавливаться воздух, который приведет к образованию дефектов на поверхности наливного покрытия. Для цементно-песчаной стяжки можно применять обычную грунтовку, а для бетонной – грунтовку по бетону. Грунт наносится на поверхность пола валиком, а в труднодоступных местах кисточкой. Если основание сильно сухое и пористое, быстро впитывает грунтовку и быстро высыхать, необходимо после полного высыхания первого слоя грунтовки нанести второй слой. Выполняют данные работы в условиях, когда температура в помещении не ниже 10 °С. При температуре 20 °С, для высыхания грунтовки потребуется до 4 часов. Для увеличения сцепления наливного пола с основанием, рекомендуется после завершения грунтования по слою грунтовки засыпать кварцевый песок. Песок обязательно должен быть чистым, сухим и очень мелким.

После того как основание подготовлено, выполняют работы по устройству *деформационных швов в местах стыка стены и пола.*

Деформационный шов уменьшает деформацию базового слоя наливного пола от основной стяжки пола, которая передается ей в процессе расширения при увеличении температуры или от деформации несущих конструкций дома. Наличие деформационных швов обеспечивает целостность наливных полов на протяжении всего срока их эксплуатации. Деформационный шов может выполняться двумя способами: в виде выкрутки или проклейкой вспененной деформационной лентой. *Выкрутка* предполагает устройство в местах стыка стены и пола зазоров толщиной до 5 миллиметров. Пропилы в стене делают параллельно полу, а в полу – параллельно стене. Пропилы обеспыливаются, границы по полу и стене изолируются малярным скотчем. В пропилы шпателем наносится эпоксидный раствор. После его застывания скотч снимают. *Ленту из вспененного полиэтилена* прокладывают по периметру помещения в местах, где пол соприкасается со стенами (перегородками) и в дверных проемах. Ленту либо приклеивают, либо фиксируют строительным степлером.

***Нанесение основного (базового) слоя*** включает следующие технологические операции.

***Приготовление смеси.*** В емкость, содержащую 5–6 литров чистой холодной воды, засыпается 25 кг сухой смеси и перемешивается с помощью дрели и насадки «миксер» в течение 3–5 минут до образования однородной текучей массы без комков. Затем процесс перемешивания возобновляется через 3–5 минут и продолжается еще в течение 2 минут.

После полного завершения подготовки основания, но не раньше, чем через 6–12 часов после нанесения последнего слоя грунтовки при устройстве полиуретанового пола и через 12–18 часов, если пол на основе эпоксидных смол, приступают к ***заливке наливного пола.*** В зависимости от объема работ готовую смесь с помощью насоса или вручную равномерно распределяют по поверхности пола. Смесь выливают на пол порциями, которые располагаются недалеко друг от друга, чтобы при растекании они смешивались. Равномерное распределение смеси по поверхности основания выполняется при помощи металлической планки, небольшого усеченного правила или специально предназначенного для разравнивания смеси инструмента – ракеля. Ракель – инструмент с регулируемым зазором, благодаря которому можно регулировать толщину разравниваемого наливного пола. В местах, где этими инструментами пользоваться

сложно, например под батареями отопления, у двери, вокруг труб или в других труднодоступных местах, можно воспользоваться шпателем. При заливке большой площади смесь наносится частями – полосками или квадратами в шахматном порядке.

*Технология заливки наливного пола включает удаление пузырьков воздуха из смеси.* На практике это решается следующим образом. В течение первых 40 минут после того, как раствор залит и выровнен, его аккуратно перемешивают, чтобы удалить воздух. Этот процесс называется аэрация. Перемешивание выполняется при помощи специального пластмассового валика с шипами. Длина шипов может быть разная и зависит от толщины слоя.

При заливке больших площадей, чтобы по только что залитому полу можно было ходить, применяется специальная обувь с шипами на подошве, которая называется кракоступы. Они имеют стальные шипы на подошве и позволяют проводить необходимые работы (прокатку пола аэрационным валиком) с целью устранения пузырьков воздуха. В этот же период можно нанести на поверхность пола цветные «чипсы».

*Заливка финишного слоя* может выполняться не ранее чем через 48 часов, когда базовый слой застынет. Толщина финишного слоя обычно не превышает нескольких миллиметров. После высыхания последнего слоя всю поверхность наливного пола необходимо покрыть полиуретановым лаком, который помогает сохранить блеск, улучшить эстетические свойства покрытия и увеличить срок его эксплуатации. После заливки на протяжении двух дней в помещении должен быть постоянный температурный режим. Увлажнять полы в этот промежуток времени нельзя, иначе на поверхности могут появиться дефекты – вздутия и поры.

На сегодня, наряду с однотонными наливными полами, выполняют *полы с украшением*. Технология устройства таких полов следующая. После того, как залит основной слой, ему дают высохнуть. Далее наносят первый слой полиуретана, в который добавляют всевозможные декоративные элементы и содержащие определенный цвет чипсы. Так можно создать пол в виде мрамора, гранита, блестящие или мерцающие полы и т. д.

*Новейшей разработкой являются наливные 3D-полы.* Технология их устройства по сравнению с полами с украшением дополняется этапом закладки под полимерный слой пленки с ламинирован-



ным изображением или декоративных мелких деталей, кусочков металла, ракушек, гальки, бусинок и др. На готовую полимерную основу можно по трафарету нанести рисунок акриловой краской, а уже потом и его покрыть прозрачным слоем.

Если для 3D-пола используется распечатанная в типографии виниловая подложка, то наносить ее не обязательно на предварительно залитый пол. Можно это сделать прямо на огрунтованный базовый слой. Расход грунтовочного материала: на 1 м<sup>2</sup> основания должен быть не менее 300 г. По истечении суток после грунтования пола наносят изображение. Пленку аккуратно расстилают и проглаживают салфеткой, чтобы выгнать пузырьки воздуха. Изображение должно плотно пристать к поверхности, без морщин и воздушных подушек. Если рисунок (термопечать) изготовлен на баннерной ткани, то его нужно предварительно приклеить на очень тонкий полимерный слой. После завершения закрепления украшений (виниловой подложки с рисунком, распределение и фиксация на подготовленной полимерной основе морской гальки, ракушек и других наполнителей) заливают двухкомпонентный самовыравнивающий финишный слой.

Завершающим этапом в процессе монтажа наливных полов является прорезка швов. Делается это для того, чтобы пол был «плавающим» и из-за колебаний температуры и влажности не деформировался и не растрескивался. Швы в полимерном основании должны находиться над швами основания. Глубина прорезки – 1/3 толщины наливного пола. После прорезки швы грунтуют, заполняют уплотняющим шнуром и заливают шовным герметиком.

***Инструмент для устройства наливных полов:***

- широкий шпатель, ракля для распределения состава;
- широкая кисть или валик для нанесения пропитки и грунтовки;
- аэрационный валик;
- шлифовальная машинка;
- мощный пылесос для очистки поверхности основания под наливные полы;
- электродрель с насадкой-миксером для приготовления (размешивания) смеси.

## 21.6. Теплый пол

**Преимущества и конструктивные решения.** Система, служащая для нагрева поверхности пола и использующая его же в качестве теплоаккумулятора и теплоизлучателя, называется системой «теплый пол».

*Теплый пол по сравнению с радиаторным отоплением имеет следующие преимущества:*

- при напольном отоплении распределение тепла в помещении идеально с точки зрения физиологии человека;
- большая часть тепла (до 70 %) передается излучением, благодаря чему воспринимается более комфортно;
- из-за относительной низкой температуры теплоносителя это примерно 25–50 °С, экономия тепловой энергии составляет: в жилых зданиях – 20–30 %; в помещениях с высокими потолками (высотой от трех метров) до 50 % и выше;
- отсутствие традиционных отопительных приборов позволяет более эффективно использовать жилую площадь.

*Теплые полы по конструктивному решению подразделяются на обогреваемые электричеством или нагретой водой.* В первом случае теплый пол представляет собой нагревательный кабель, в котором электрическая энергия преобразуется в тепловую. В другом варианте источником энергии является нагретый теплоноситель (чаще всего вода), который, проходя по уложенным в полу трубам, отдает тепло помещению. **Водяные теплые полы** рекомендованы к использованию в частных домах. *В городских квартирах с централизованным отоплением обустройство таких полов категорически запрещено – из-за увеличения гидравлического сопротивления системы.* **Систему электрического теплого пола**, исходя из вышесказанного, можно применять как для частных домов, так и для многоквартирных домов.

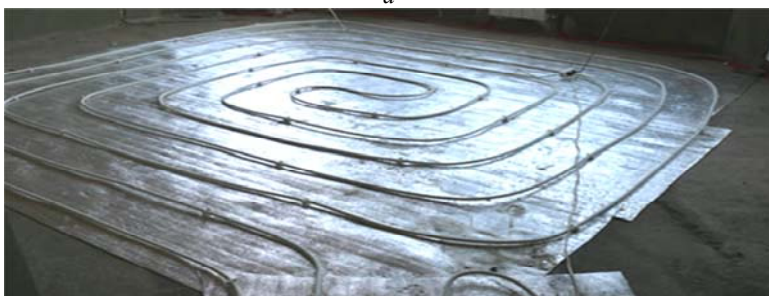
### **Водяные теплые полы.**

*Комплекующие для монтажа полов:* металлопластиковые и полибутеновые трубы, теплоизоляция (как правило, с нанесенной разметкой), компенсационная (рантовая) лента, крепежные материалы, специальные элементы для устройства компенсационных швов, представляющие собой пластиковый профиль с уложенной в него эластичной прокладкой, а также коллекторы с фитингами для под-

ключения петель теплого пола к системе отопления. Существует несколько схем укладки труб с образованием рабочей (греющей) петли. Это змейка, двойная змейка (или «меандр»), спираль и спираль со смещенным центром (рис. 21.7).



*a*



*б*



*в*

Рис. 21.7. Схемы укладки труб:  
*a* – змейка; *б* – спираль; *в* – двойная змейка («меандр»)

При монтаже петли в форме змейки подачу горячей воды организовывают со стороны наружной стены, возле которой теплопотери выше, чем в центре помещения. У такого контура неравномерное распределение тепла. Для того чтобы это исправить, необходимо монтировать петли в виде двойной змейки или спирали. Области вблизи наружных стен здания называют граничными зонами. Здесь рекомендуется уменьшать шаг укладки трубы, для того чтобы компенсировать потери тепла. Шаг укладки является величиной расчетной, но в любом случае не должен превышать 30 см – в противном случае возникнет неравномерный нагрев поверхности пола с появлением теплых и холодных полос. Чтобы неравномерность прогрева пола («температурная зебра») не воспринималась ногой человека, максимальный перепад температуры по длине стопы не должен превышать 4 °С. Расход трубы на 1 м<sup>2</sup> поверхности пола при шаге 20 см составляет приблизительно 5 пог. м. В связи с тем, что из-за гидравлических потерь в контуре петли длиной более 100 м укладывать не рекомендуется, несложно подсчитать, что при шаге укладки 20 см необходимо будет уложить трубу на площади 20 м<sup>2</sup>. Участки большей площади необходимо обогревать несколькими петлями, каждая из которых, в свою очередь, подключается к распределительному коллектору.

**Технология производства работ.** В начале производится разбивка помещения на участки (поля). Количество полей зависит от площади помещения и его геометрии. Максимальная площадь поля составляет 40 м<sup>2</sup> при отношении сторон не менее 1:2. Необходимость создания таких участков вызвана температурными расширениями стяжки, которые обязательно нужно компенсировать, – в противном случае произойдет ее растрескивание. Поэтому по линиям разбивки помещений после монтажа труб необходимо предусмотреть компенсационные (температурные) швы. Такой шов представляет собой зазор между двумя участками стяжки или стяжкой и восходящими конструкциями (стенами, колоннами), заполненный эластичным материалом. Через компенсационный шов могут проходить только подающая и отводящая трубы петель, причем эти трубы должны быть защищены гофрированной трубкой от возможного повреждения. Помещения, имеющие Г- и П-образную формы, разбиваются на участки независимо от площади.

*Первой технологической операцией при устройстве теплого водяного пола является укладка на предварительно очищенное основание*

*теплоизоляционного слоя.* Наиболее распространенным теплоизоляционным материалом в современном строительстве является плитный полистирол. Рекомендуется применять при укладке теплого водяного пола полистирол плотностью не менее 35 кг/м<sup>3</sup>. Полистирол плотностью 50 кг/м<sup>3</sup> применяется при монтаже водяного теплого пола с большими механическими нагрузками (автоцентры, складские комплексы с тяжелыми погрузчиками, подогрев дорог и т. п.). Затем выполняется укладка и закрепление труб в проектное положение. Трубы, в соответствии с конкретным проектом, «раскатываются» поверх слоя утепляющего материала и крепятся к нему либо специальными гарпун – скобами, которые втыкаются прямо в утеплитель либо подвязываются к предварительно уложенной поверх него арматурной сетке. Фирма «WIRSBO» предлагает для крепления труб к сетке использовать специальную крепежную проволоку, закручиваемую вокруг трубы при монтаже специальным инструментом.

Некоторые фирмы-производители, например «REHAU» и «AQUATHERM», выпускают теплоизоляцию со специальными фиксаторами, между которыми и вкладывается труба. В этом случае отпадает необходимость крепить трубы к основанию, что позволяет значительно сократить время монтажа. Также трубу можно закреплять на специальных профилированных планках, представляющих собой пластиковую рейку с канавками для размещения и фиксации труб. После монтажа труб производят раскладку компенсационных элементов (рантовая лента) по линиям разбивки помещений.

*Устройство стяжки.* Непосредственно перед заливкой стяжки смонтированная система отопления опрессовывается. Давление опрессовки принимается в полтора раза выше, чем номинальное рабочее давление трубы, которое указывается на ней же. Заливка стяжки выполняется цементно-песчаным раствором марки не ниже М300. Толщина стяжки водяного теплого пола должна быть не менее 30–50 мм над трубой. Заливка стяжки производится при комнатной температуре, при этом система водяного отопления находится под расчетным рабочим давлением. Для ускорения процесса сушки стяжки, который обычно занимает 3–4 недели, можно подключить систему водяной теплый пол к источнику тепла (в том числе по временной схеме). Рекомендуемая температура теплоносителя в этом случае не должна превышать 30 °С. Практика применения систем водяного теплого пола с использованием режима «сушка» показала много примеров

сокращения сроков строительства, особенно на объектах с большими площадями. Некоторые фирмы, например «PURMO», предлагают добавлять в стяжку специальный пластификатор. Этот препарат уменьшает поверхностное натяжение воды, используемой для приготовления раствора, и способствует увеличению объемной массы покрытия, чем достигается увеличение его теплопроводности и при этом одновременно повышается предел прочности на сжатие. Расход пластификатора обычно составляет 10 % от объемной массы чистого цемента, входящего в состав смеси. Обычно толщина слоя стяжки, находящегося непосредственно над трубами, исходя из теплового расчета, составляет не менее 50 мм (при температуре теплоносителя 50 °С и поверхности пола 30 °С). Пластификатор же позволяет уменьшить эту величину до 30 мм, правда, при этом придется понизить температуру теплоносителя – чтобы не перегреть пол. С другой стороны, увеличение теплопроводности стяжки ведет к уменьшению вероятности возникновения «температурной зевры». Если протяженность греющей панели больше 15 м и она делится на участки компенсационными швами, то труба, пересекающая компенсационный шов, прокладывается в защитной гофрированной трубе (по 300 мм влево-вправо от шва расширения). Рекомендуется укладывать отопительные контуры целыми в пределах одного компенсационного участка, т. е. швы расширения должны пересекать только напорный и обратный трубопроводы контура. Включать систему отопления можно только после полного «созревания» раствора (для составов на основе цемента этот процесс занимает не менее 28 дней). И лишь после того как раствор стяжки полностью наберет прочность, следует постепенно и плавно повышать температуру воды в системе – с постепенным выходом на рабочий режим в течение трех суток.

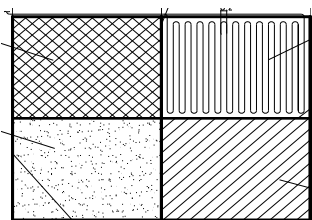


Рис. 21.8. Схема технологической последовательности устройства теплого водяного пола

Для монтажа водяных полов на деревянное основание разработана специальная технология. Она предполагает использование металлических теплоотражающих пластин фирмы «WIRSBÖ», которые монтируются между лаг, после чего в углубления на пластинах вкладывается полимерная труба. И уже далее, поверх балок, настилается деревянное покрытие пола. Толщина такого покрытия не превышает 15 мм ввиду низкой теплопроводности дерева.

С другой стороны, фирмы-производители некоторых систем водяных теплых полов, например «Thermo Tech Scandinavia AB» (Швеция) и «REHAU», предлагают продукцию, незаменимую при работах по технологии «сухого» строительства. Элементы для сухого монтажа представляют собой пенополистирольные плиты, имеющие канавки для труб. У фирмы «REHAU» на эти плиты в заводских условиях наносится алюминиевый теплопроводящий профиль.

### **Электрические теплые полы.**

Электрический теплый пол, как и водяной, может быть смонтирован одновременно со вновь сооружаемым полом или на старом при ремонте помещения.

*Комплекующие для монтажа пола.*

*Нагревательные элементы:*

– низкотемпературные экранированные кабели марок: «KIMA» и «TKLP/1», «TKXH/1» производства фирмы «ALCATEL» (Норвегия);

– *нагревательные маты.* Маты представляют собой сетку из капрона (ширина 500 мм), на которой закреплен греющий кабель.

*Аппаратура управления* – термостат с датчиком температуры. Данный прибор непосредственно отвечает за поддержание установленной температуры в системе теплых полов.

Термостаты бывают: комнатные с датчиком температуры пола; с датчиком температуры воздуха; программируемые; встраиваемые в шкафы на DIN-профиль; с исполнением для монтажа под сухую штукатурку.

Наибольшим спросом пользуются электронные термостаты с датчиком пола. Они весьма просты в использовании, надежны и относительно недороги.

*Теплоизоляция.* Применяются фольгированные теплоизоляционные материалы толщиной до 10 мм, что позволяет экономить 10–20 % электроэнергии. Необходимо использовать только материалы с защитным слоем поверх фольги. Иначе фольгированный слой по-

сле заливки стяжки разрушается в течение 3–5 недель под воздействием щелочной среды. Широко используются: изофлекс, пенофол, фольгоизолон. В качестве теплоизоляции для теплых полов используются также листы пробки и фольги.

Конструктивная схема электрического теплого пола дана на рис. 21.9.

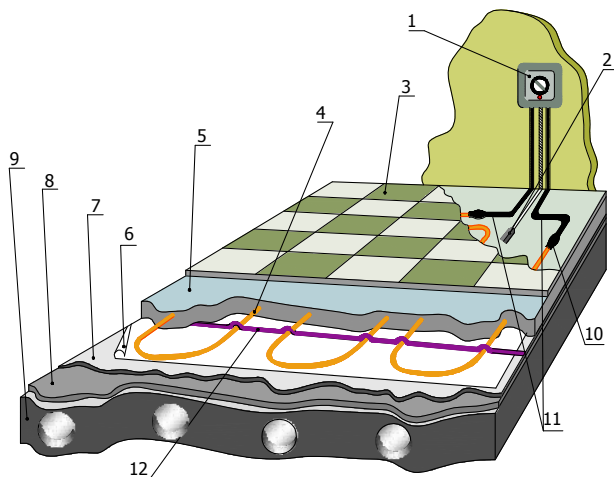


Рис. 21.9. Конструктивная схема электрического теплого пола:

- 1 – термолегулятор; 2 – датчик температуры; 3 – керамическая плитка (пол);
- 4 – нагревательный элемент; 5 – цементно-песчаная стяжка (2–5 см);
- 6 – фольга; 7 – черновая стяжка (1 см); 8 – теплоизоляция;
- 9 – перекрытие (сборное ж/б); 10 – муфта;
- 11 – «холодные» концы подключения сети; 12 – монтажная лента

**Технология производства работ.** Работы выполняются в следующей технологической последовательности.

**Разметка мест раскладки электрического нагревательного кабеля.** Эта операция выполняется после завершения работ по укладке слоя теплоизоляции. На утеплители фломастером наносится разметка (в соответствии с разработанным проектом) мест раскладки электрического нагревательного кабеля. Следует точно рассчитать шаг укладки, который в свою очередь вычисляется путем деления значения площади обогрева на всю длину нагревательного кабеля. Шаг укладки для нагревательного кабеля принимается 80–120 мм. Минимальный радиус изгиба кабеля составляет 4 диаметра.



**Укладка электрического нагревательного кабеля.** По завершении работ по разметки мест раскладки электрического нагревательного кабеля на утеплитель укладывают монтажную ленту, полосы которой располагают через 0,3–0,4 м в направлении перпендикулярном укладке самого кабеля. Для фиксации кабеля используются специальные лепестки на ленте. Во избежание повреждения нагревательного кабеля (матов), рекомендуется работать в обуви с мягкой подошвой, и рабочий инструмент ни при каких условиях не должен падать на монтируемые в полу нагревательные элементы. Инструкция по устройству теплого пола с использованием электрического нагревательного кабеля предусматривает, что оптимальная температура для работ должна быть не ниже  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Укладка производится непосредственно от точки монтажа терморегулирующего устройства. Нагревательный кабель укладывается с равным шагом по всей обогреваемой площади помещения. Ни в коем случае не допускайте пересечения нитей кабеля либо их сближения до расстояния меньше 50 мм. Точно так же не следует допускать радиуса изгиба нитей кабеля менее чем 35 мм. Все нити греющего кабеля фиксируются у основания пола, чтобы предотвратить их смещение во время выполнения стяжки. В местах соединения питающего и нагревательного кабелей необходимо устанавливать термоусадочные муфты. Располагать их можно только на прямолинейных участках проводки кабеля.

**Укладка электрических нагревательных матов.** При укладке теплых полов во время ремонта или реконструкции зачастую нет возможности увеличить толщину пола даже на 3 см (минимальная толщина стяжки для укладки кабеля). В этом случае рекомендуется применить конструкцию «сверхтонкий теплый пол». Отличительной особенностью данной конструкции теплого пола является использование **нагревательных матов**. Нагревательные маты выполняются из стекловолоконных нитей и имеют ширину 50 см и толщину 0,5 мм. В маты вплетен тонкий нагревательный кабель диаметром 3 мм. Нагревательные маты поставляются в виде рулонов и предназначены для укладки в несколько утолщенный слой клея для плитки. Керамическая плитка, или иное декоративное напольное покрытие, имеет значительно большую теплопроводность чем бетон, поэтому теплоизоляция при укладке данных полов не требуется.

Нагревательные маты раскладывают при температуре, не меньше  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Укладка производится от точки подключения мата к термо-

регулятору. Сетка с нагревательным кабелем раскатывается по основанию пола, а затем аккуратно отрезается в месте стыка со стеной. Далее полотно мата раскрывается в противоположном направлении. Нагревательные маты не должны соприкасаться кабелями, а расстояние между нагревательными элементами не должно быть менее 60 мм.

При применении для теплого пола нагревательных матов необходимо до их укладки выполнить грунтовку поверхности плитного утеплителя. Это гарантирует хорошее сцепление сетки нагревающих матов с основанием в процессе их наклеивания. Схема укладки электрических нагревательных матов показана на рис. 21.10.



Рис. 21.10. Укладка электрических нагревательных матов

Использование для теплого пола нагревательных матов позволяет существенно снизить продолжительность ввода их в эксплуатацию.

**Устройство стяжки под полы.** По завершении работ по укладке электрического нагревательного кабеля (или нагревательных матов) по всей поверхности пола устраивается стяжка либо все пространство вокруг кабелей заливается специальным плиточным клеем (выбор зависит от толщины стяжки). Все смеси, которые будут применены для изготовления стяжки, должны иметь маркировку о допустимости их использования при монтаже теплого пола. Слой стяжки разравнивается исключительно вдоль уложенных кабелей, так как иначе возможны повреждения нагревательных элементов. Сам электрический нагревательный кабель, а также термоусадочные муфты должны быть полностью прикрыты слоем стяжки. Наличие пустот в стяжке

недопустимо. Схема устройства стяжки под полы по электрических нагревательных матам приведена на рис. 21.11.



Рис. 21.11. Устройство стяжки под полы

Укладка покрытия пола из керамической плитки под полы по электрических нагревательных матам приведена на рис. 21.12.



Рис. 21.12. Укладка пола из плитки

Следует иметь в виду, что эксплуатировать теплый пол можно не ранее, чем через один месяц после завершения работ по устройству стяжки. Вызвано это тем, что такой срок необходим раствору стяжки для полного набора прочности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАЗДЕЛУ II

1. Вильман, Ю. А. Технология строительных процессов. Современные и прогрессивные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Вильман. – М. : АСВ, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930933928.html>.

2. Гончаров, А. А. Основы технологии возведения зданий : учебник / А. А. Гончаров. – М. : Академия, 2014. – 272 с.

3. Ершов, М. Н. Технологические процессы в строительстве : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. – М. : АСВ, 2016. – 10 кн.

4. Черноиван, В. Н. Технология строительного производства : учебное пособие / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович, Н. В. Черноиван. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 576 с.

5. Кочерженко, В. В. Технологические процессы в строительстве : учебное пособие / В. В. Кочерженко, А. И. Никулин. – М. : АСВ, 2016. – 288 с.

6. Питулько, А. Ф. Технология отделочных работ : учебное пособие / А. Ф. Питулько. – СПб. : СПбГАСУ, 2014. – 34 с.

7. Рязанова, Г. Н. Основы технологии возведения зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Н. Рязанова, А. Ю. Давиденко. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 230 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58831.html>.

8. Черноиван, В. Н. Каменные работы : учебно-методическое пособие / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 156 с.

9. Черноиван, В. Н. Монтаж строительных конструкций : учебно-методическое пособие / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 201 с.

10. Черноиван, В. Н. Теплоизоляционные и отделочные работы : учебно-методическое пособие / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович, Л. В. Ким. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 272 с.

11. Черноиван В. Н. Монтажно-укладочные процессы в строительстве: учебное пособие для вузов / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович, Л. В. Ким // Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 117 с.

12. Строительные нормы Республики Беларусь. Кровли: СН 5.08.01-2019. – Взамен ТКП 45-5.08-277-2013. – Введ. 16.12.2019. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2019. – 24 с.

13. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. Издание официальное: ТКП 45-1.01-159-2009. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2009. – 16 с.

14. Возведение строительных конструкций зданий и сооружений: СН 1.03.01-2019. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2020. – 358 с.

15. Отделочные работы: СП 1.03.01-2019. – Взамен ТКП 45-1.03-311-2018. – Введ. 24.02.2020. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2020. – 24 с.

16. Полы: СН 5.09.01-2020. – Взамен ТКП 45-5.09-310-2017. – Введ. 22.12.2020. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2020. – 17 с.

17. Потолки подвесные. Требования и методы испытаний: СТБ EN 13964-2009. – Введ. 01.01.2010. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2010. – 188 с.

18. Потолки натяжные. Требования и методы испытаний: СТБ EN 4716-2009. – Введ. 01.01.2010. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2010. – 114 с.

## РАСТВОРОБЕТОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ И СТАЦИОНАРНЫЕ БЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ

### А1. Технологическое оборудование, входящее в состав бетоносмесительного модуля

*Бетоносмесительный модуль* представляет собой сварной каркас (рис. А1) 3000×2500×2600 мм и состоит из лотка выгрузного 1; лотка загрузного 2; бетоносмесителя 3; дозатора цемента 4; каркаса 5; дозатора воды (системы подачи и дозирования воды) 6; системы подачи химических добавок; пневматической системы.

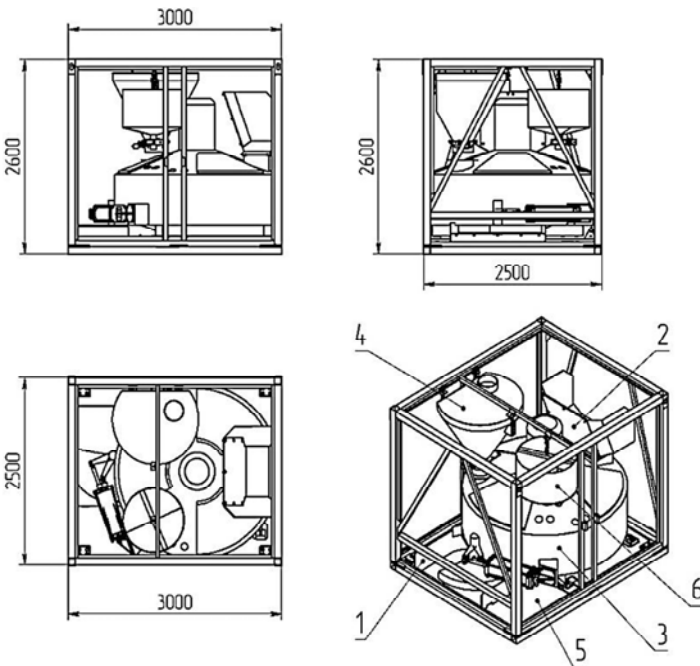


Рис. А1. Бетоносмесительный модуль:

1 – лоток выгрузной; 2 – лоток загрузной;  
3 – бетоносмеситель; 4 – дозатор цемента; 5 – каркас; 6 – дозатор воды

Рама бетоносмесительного модуля является сварной пространственной конструкцией, ее нижняя часть посредством болтового соединения крепится к каркасу, а в верхнюю часть вкручиваются три тензометрических датчика. На опорные винты опирается бетоносмеситель принудительного действия БП-1500. Для дозирования цемента и инертных материалов предусмотрены специальные весовые дозаторы на тензодатчиках.

*Модуль хранения инертных материалов* (рис. А2) представляет собой рамный каркас размерами 12 000×2500×2600 мм, в котором размещены три рядом расположенные бункера инертных материалов, весовой конвейер подачи инертных материалов, кубовая емкость для хранения воды, система дозирования воды и химических добавок (ХД). Подача инертных материалов в бункера осуществляется фронтальным погрузчиком. Бункера к каркасу крепятся жестко «на сварку». В передней части каждого бункера установлен электрический вибратор «ИВ-99Б» для обрушения слежавшегося материала. Под бункерами установлен весовой ленточный конвейер, который транспортирует и дозирует песок и щебень, совместно с бетоносмесителем образуя весоизмерительную систему.

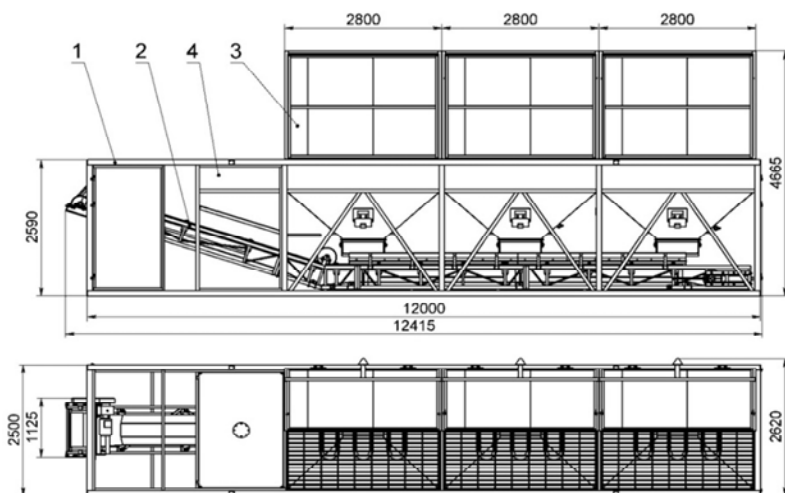


Рис. А2. Модуль хранения инертных материалов:  
 1 – рамный каркас; 2 – конвейер-дозатор;  
 3 – бункер инертных материалов; 4 – емкость для воды

Система дозирования воды и химических добавок состоит из емкостей для их раздельного хранения, а также из совмещенного дозатора воды и химических добавок, который представляет собой металлическую емкость с дисковым поворотным затвором «DN100».

Склад цемента является технологическим оборудованием и предназначен для хранения цемента. Склад цемента представляет собой металлическую емкость (силос) (рис. А3).

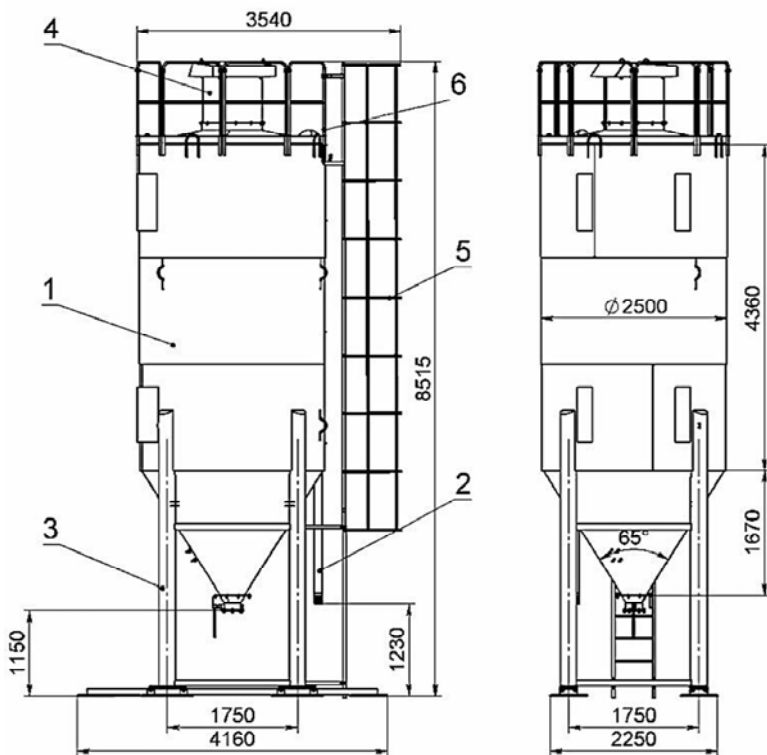


Рис. А3. Общий вид модуля хранения цемента:

- 1 – силос; 2 – труба задувки цемента; 3 – опорная рама силоса;  
4 – фильтр; 5 – лестница; 6 – верхнее ограждение силоса

**Растворобетонные комплексы блочно-модульной конструкции** можно выделить как отдельный класс технологического оборудования при производстве бетонных работ. Отличительной особенностью



стью его является возможность скомпоновать комплекс блочной конструкции в любой конфигурации, значительно сократив расходы на транспортировку и монтаж. Одним из основных преимуществ комплекса блочной конструкции является то, что при сборке не используется сварка. Все блоки и узлы крепятся на разъемных болтовых соединениях. Полная комплектация модулей на заводе существенно упрощает проведение работ по монтажу блочно-модульной конструкции. Также к преимуществам можно отнести гибкость компоновки, поскольку каждый модуль выполняет отдельную функцию, т. е. можно скомпоновать установку необходимой конфигурации и производительности.

Все модули данного комплекса являются типовыми и аналогичны модулям из стационарной модификации, за исключением модуля подачи бетонной смеси. Мобильность любого бетонного завода определяется следующими факторами:

- минимальные затраты на подготовку места расположения;
- время монтажа оборудования и ввода объекта в эксплуатацию.

Монтаж осуществляется «с колес» одним автокраном г/п до 25 т.

На рис. А4 представлена схема компоновки такого завода.

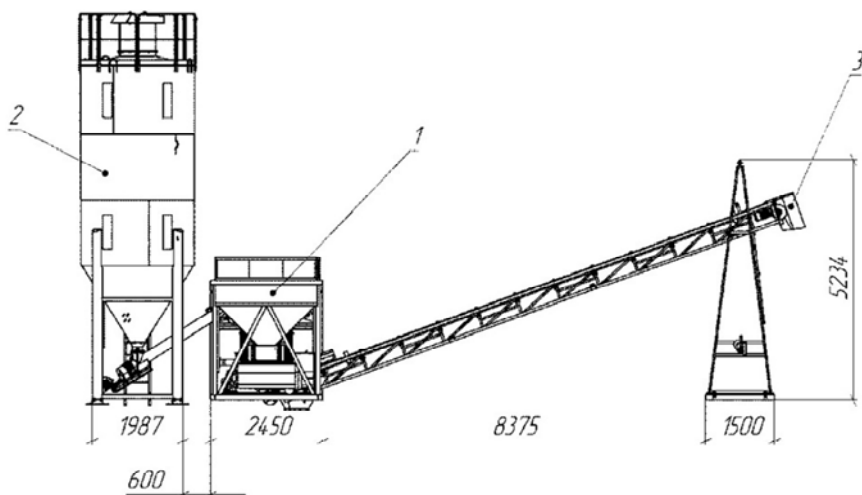


Рис. А4. Общий вид мобильного растворобетонного комплекса:  
 1 – бетономесительный модуль; 2 – модуль хранения цемента;  
 3 – модуль подачи бетонной смеси

Подачи бетонной смеси от растворобетонного комплекса к месту ее укладки в опалубку выполняется с помощью конвейера. Конвейер предназначен для подачи бетонной смеси из бетоносмесителя. Общий вид конвейера и металлоконструкций приведен на рис. А5.

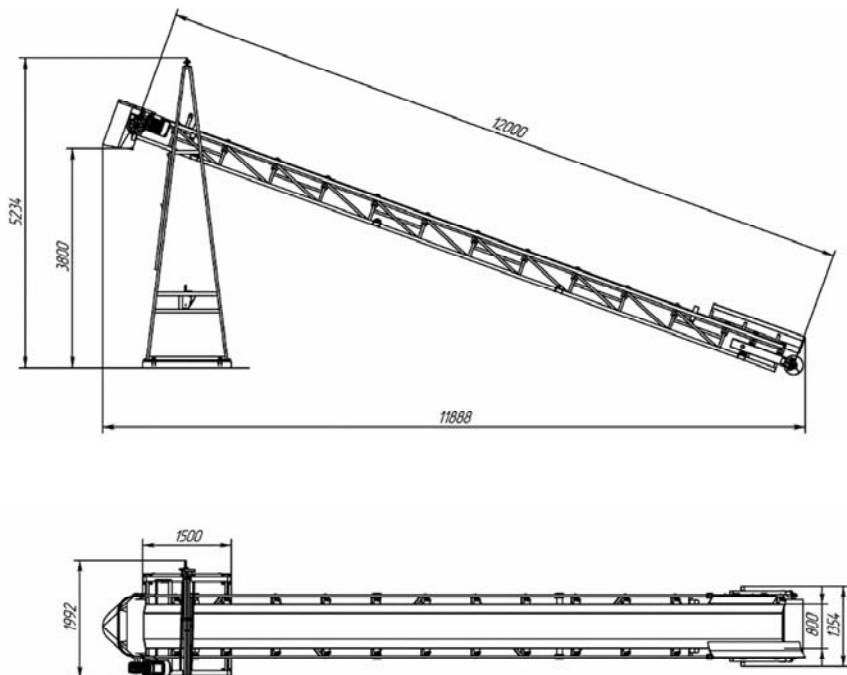


Рис. А5. Общий вид конвейера подачи бетонной смеси

Рабочим органом конвейера подачи бетонной смеси, как и конвейера-питателя, является кольцевая транспортная лента. Конвейер (рис. А6) состоит из приводного узла, натяжной секции, промежуточной секции и лотка. Механический подъемник (рис. А6) позволяет вручную менять высоту выгрузки от 400 до 4000 мм.

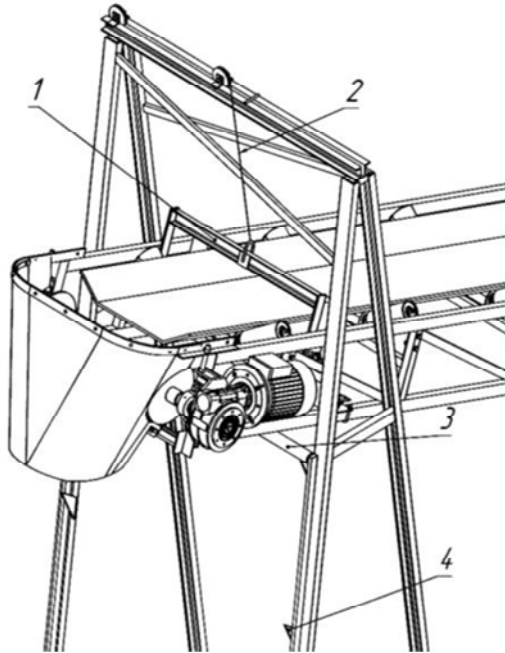


Рис. А6. Крепление конвейера подачи бетонной смеси к подъемнику:  
1 – траверса; 2 – трос; 3 – опорная труба; 4 – опорный крюк

## А.2. Стационарные бетонные заводы

*Стационарные бетонные заводы* – это полностью укомплектованные производства большой мощности по выработке бетонных смесей. С целью сокращения сроков разработки конструкторской и проектной документации, а также монтажа была разработана концепция блочно-модульной компоновки, согласно которой стационарный растворобетонный комплекс собирается из отдельных конструктивно и функционально законченных модулей, которые выполняют основную технологическую цепочку по выпуску бетонорастворных смесей.

На рис. А7 представлена схема компоновки такого завода. Показан стационарный растворобетонный комплекс из 4-х модулей с размерами в плане  $40,5 \times 7,6$ , высоту по бетоносмесительному модулю 8,8 и высоту по силосам цемента 14,9 м. Мощность  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

установленная мощность оборудования, потребляющего электроэнергию, составляет 100 кВт. При таком варианте компоновки при серийном производстве комплексов конструкторская документация разрабатывается только на нетиповые узлы, что значительно сокращает время разработки.

Все модули данного комплекса являются типовыми и аналогичны модулям из стационарной модификации, за исключением модуля подачи бетонной смеси. Мобильность любого бетонного завода определяется следующими факторами:

- минимальные затраты на подготовку места расположения;
- время монтажа оборудования и ввода объекта в эксплуатацию

Монтаж осуществляется «с колес» одним автокраном г/п до 25 т.

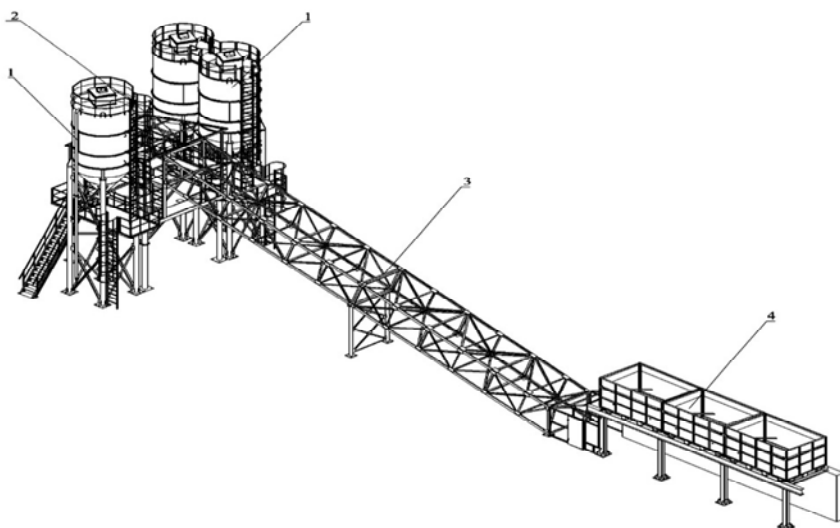


Рис. А7. Общий вид стационарного растворобетонного комплекса:

- 1 – модуль для цемента; 2 – бетономесительный модуль;
- 3 – галерея подачи заполнителей;
- 4 – модуль для инертных материалов

Учебное издание

**ЛЕОНОВИЧ** Сергей Николаевич  
**ТОПЧИЙ** Дмитрий Владимирович  
**ЧЕРНОИВАН** Вячеслав Николаевич и др.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА  
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ  
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ  
ДЕЙСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ**

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

Редактор *Н. А. Костешева*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 30.08.2022. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 30,75. Уч.-изд. л. 24,05. Тираж 100. Заказ 431.

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.