

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Технология строительного производства»

# ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

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

В 2 частях

Часть 1

*Под редакцией  
иностранного академика РААСН,  
доктора технических наук,  
профессора С. Н. Леоновича*

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

Минск  
БНТУ  
2018

УДК 69.059.7(075.8)

ББК 38.7-09я7

Т38

**Авторы:**

С. Н. Леонович, В. Н. Черноиван, Н. Л. Полейко, Д. Ю. Снежков,  
Г. В. Земляков, Н. М. Голубев, В. Ф. Зверев, Д. Ю. Соболевский,  
О. В. Попов, А. И. Ольгомец, И. И. Передков, А. В. Латыш,  
А. И. Пелюшкевич, П. И. Статкевич, Е. А. Коледа

**Рецензенты:**

кафедра «Технология строительного производства»  
Гродненского государственного технического университета  
(зав. кафедрой, кандидат технических наук, доцент Д.И. Сафончик);  
заместитель генерального директора УП «Институт БелНИИС»,  
кандидат технических наук, доцент В.В. Коньков

**Т38** **Технология** реконструкции зданий и сооружений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»: в 2 ч. Ч. 1 / С. Н. Леонович [и др.]; под ред. С.Н. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2018. – 279 с.  
ISBN 978-985-550-938-8 (Ч.1).

В издании основные виды и методы реконструкции зданий и сооружений изложены в следующей логической последовательности: подготовительные работы; демонтаж строительных конструкций; работы нулевого цикла; монтажные и бетонные работы при реконструкции; реконструкция и ремонт кровель; теплоизоляционные работы при реконструкции, при этом основной упор делается на особенности производства работ при реконструкции. Содержатся описания современных технологий: непрерывного полого шнека; монолитных облегченных железобетонных конструкций перекрытий с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях, с использованием новейших растворобетонных комплексов бетонно-модульной компоновки; устройства инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ; устройства теплоизоляционных покрытий наружных стен эксплуатируемых зданий.

Важной особенностью учебно-методического пособия является изложение порядка проектирования производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции: этапы проектирования; методики составления проекта производства работ, календарного плана, строительного генерального плана, технологических карт на строительно-монтажные работы в составе проекта производства работ. Издание завершается главой по методам обследования зданий и сооружений, включающей проведение инструментальных обследований и анализ причин повреждений конструкций.

УДК 69.059.7(075.8)

ББК 38.7-09я7

ISBN 978-985-550-938-8 (Ч. 1)

ISBN 978-985-550-940-1

© Белорусский национальный  
технический университет, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	8
Глава 1. ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ .....	10
Глава 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	34
2.1. Этапы проектирования, строительства и приемки.....	34
2.2. Методика составления проекта производства работ при реконструкции .....	38
2.2.1. Состав и характеристика проекта производства работ при реконструкции.....	38
2.2.2. Календарный план производства работ .....	41
2.2.3. Строительные генеральные планы .....	43
2.3. Методика составления технологических карт на строительные-монтажные работы в составе проекта производства работ.....	44
2.3.1. Общие положения .....	44
2.3.2. Организация и технология выполнения работ .....	45
2.3.3. Требования к качеству работ.....	46
2.3.4. Потребность в материально-технических ресурсах.....	46
2.3.5. Техника безопасности и охрана труда.....	48
2.3.6. Техничко-экономические показатели.....	49
2.3.7. Порядок разработки и утверждения технологической карты .....	49
Глава 3. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	50
3.1. Основные виды и методы реконструкции зданий и сооружений .....	50
3.2. Особые виды реконструкции зданий.....	55
3.3. Основные виды и методы ремонта зданий и сооружений .....	64

3.4. Особенности производства работ при реконструкции .....	66
3.5. Подготовительные работы при реконструкции.....	67
3.6. Демонтаж, разборка и разрушение строительных конструкций .....	69

#### Глава 4. РАБОТЫ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	80
4.1. Земляные и свайные работы .....	80
4.1.1. Земляные работы .....	80
4.1.2. Свайные работы.....	81
4.2. Технология непрерывного полого шнека в условиях реконструкции .....	82
4.3. Контроль качества буронабивных свай, изготавливаемых по технологии CFA .....	88

#### Глава 5. МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	103
5.1. Методы организации монтажа .....	103
5.2. Монтажное усиление конструкций.....	118
5.3. Грузозахватные устройства. Технологическая оснастка....	122
5.4. Приспособления для временного закрепления и выверки конструкций.....	128
5.5. Методы монтажа строительных конструкций при реконструкции .....	132
5.6. Грузоподъемные машины для монтажных работ при реконструкции .....	137

#### Глава 6. БЕТОННЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....

6.1. Особенности применения монолитного и сборно-монолитного железобетона .....	143
6.2. Технология монолитных облегченных железобетонных конструкций перекрытий с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях при реконструкции .....	147
6.3. Модификации разработанных раствобетонных комплексов блочно-модульной компоновки .....	154
6.4. Основные преимущества блочно-модульной компоновки раствобетонных комплексов.....	157

Глава 7. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ КРОВЕЛЬ .....	171
7.1. Конструктивные решения совмещенных кровель.....	171
7.2. Ремонт эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель.....	178
7.2.1. Ремонт рулонного водоизоляционного ковра.....	178
7.2.2. Просушивание материала теплоизоляционного слоя .....	185
7.2.3. Восстановление эксплуатационных характеристик увлажненных засыпных утеплителей .....	190
7.2.4. Основные положения технологии производства работ ...	193
7.2.5. Технология производства работ.....	202
7.3. Ремонт кровель с утеплителем из легкобетонных плит .....	208
7.4. Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ.....	211
7.5. Ремонт кровли с утеплителем из минераловатных плит на битумном связующем.....	217
7.6. Кровли из штучных материалов .....	218
7.6.1. Кровли из плоских асбестоцементных листов .....	219
7.6.2. Кровли из асбестоцементных волнистых листов обыкновенного профиля .....	221
7.7. Кровли из металлочерепицы .....	228
7.8. Кровли из битумно-полимерных плиток .....	232
 Глава 8. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ .....	 235
8.1. Устройство теплоизоляционных покрытий наружных стен эксплуатируемых зданий.....	235
8.2. «Вентилируемый фасад» .....	242
8.3. Система утепления «Термический экран» .....	243
8.4. Устройство дополнительной теплоизоляции эксплуатируемых совмещённых покрытий зданий.....	246
 Глава 9. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	 255
9.1. Этапы работ по обследованию.....	255
9.2. Техническая диагностика конструкций .....	258
9.3. Выполнение предварительных обследований .....	260
9.4. Проведение инструментальных обследований.....	272
9.5. Основные причины повреждений и аварий и характерные дефекты конструкций .....	274

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Технология реконструкции зданий и сооружений» (ТРЗС) является одной из специальных инженерных дисциплин, формирующих профессиональные знания, умения и навыки инженера-строителя специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Актуальная учебная программа разработана деканатом строительного факультета, заведующим кафедрой «Технология строительного производства» (2001–2016) Белорусского национального технического университета, профессором Леоновичем С. Н. и доцентом Полейко Н. Л. У истоков введения новой дисциплины ТРЗС в учебный процесс стоял заслуженный строитель Республики Беларусь профессор Овчинников Э. В.

В дисциплине «Технология реконструкции зданий и сооружений» изучаются научные основы и инженерные методы выполнения производственных процессов реконструкции на основе применения эффективных строительных материалов и конструкций, современных технических средств механизации и прогрессивной технологии производства.

Необходимость реконструкции зданий требует решения вопросов о надежности существующих конструкций зданий, выявлении в них дефектов, снижающих вероятность безаварийной работы.

Исходя из указанных проблем в пособии приведены методики обследования зданий проведена систематизация основных причин возникновения дефектов и их классификация, уделено внимание диагностике строительных конструкций. Большой раздел посвящен технологии усиления конструкций.

В пособии большое внимание уделено неразрушающим методам контроля. Изложены новые практически очень важные данные по влиянию состояния поверхности испытуемого изделия, неоднородности бетона, армирования; методика оценки поверхностных трещин, оценка качества бетона железобетонных конструкций на основе европейских норм.

Приведены решения конкретных задач по реконструкции и ремонту эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель, производству монтажных, бетонных, теплоизоляционных работ, по технологии восстановления каменной кладки и железобетонных конструкций.

При подготовке рукописи учтены советы и замечания, высказанные в разное время докторами технических наук, профессорами Туром В. В., Лазовским Д. Н., Найчуком А. Я., Лapidусом А. А., Давыдовым Е. Ю., профессионально занимающимися проблемами реконструкции как в научном, так и методическом плане.

Авторы искренне благодарят профессора Овчинникова Э. В. за его энтузиазм и последовательность по методическому обеспечению новой учебной дисциплины «Технология реконструкции зданий и сооружений», ее становлению и развитию, а также ведущего инженера-программиста Демехину Т. Н. за помощь при подготовке рукописи.

Особая благодарность сотрудникам научно-исследовательской лаборатории «Промышленное и гражданское строительство» БНТУ за повседневную совместную новаторскую работу в области технологии реконструкции зданий и сооружений.

Леонович С. Н., заведующий кафедрой «Технология строительного производства», научный консультант НИЛ «Промышленное и гражданское строительство», иностранный академик Российской академии архитектуры и строительных наук

## ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие является логическим продолжением и развитием ранее изданных методических трудов кафедры «Технология строительного производства» БНТУ:

1. Леонович С. Н. Технология усиления строительных конструкций. – Минск: БНТУ, 2003. 130 с.

2. Технология реконструкции зданий и сооружений / под ред. Леоновича С. Н. – Минск: БНТУ, 2010. 550 с.

3. Леонович С. Н., Полейко Н. Я., Снежков Д. Ю. Технология реконструкции зданий и сооружений. Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2005. 124 с.

Вместе с тем пособие претерпело принципиальные изменения.

Серьезно расширены главы, посвященные производству работ при реконструкции: работы нулевого цикла (глава 4); монтажные работы (глава 5); бетонные работы (глава 6); реконструкция и ремонт кровель (глава 7); теплоизоляционные работы (глава 8); восстановление и усиление каменных конструкций (глава 5, ч. 2), причем материал оптимизирован с позиции минимизации, поскольку в последние годы издан ряд учебных пособий, в которых изложены все основные технологии строительного производства:

– Леонович С. Н., Черноиван В. Н. Технология строительного производства. Минск: БНТУ, 2015. 550 с.

– Черноиван В. Н., Леонович С. Н. Каменные работы. Минск: Новое знание, 2014. 156 с.

– Черноиван В. Н., Леонович С. Н. Монтаж строительных конструкций. Минск: Новое знание, 2014. 200 с.

– Черноиван В. Н., Леонович С. Н. Теплоизоляционные, кровельные и отделочные работы. Минск: Новое знание, 2014. 272 с.

Все главы, предисловие, введение, приложения написаны ведущим кафедрой «Технология строительного производства» БНТУ, доктором технических наук, профессором Леоновичем С. Н., им же выполнено общее редактирование.

В написании главы 2 по составлению проекта производства работ (ППР) и технологических карт участвовали канд. техн. наук, доцент Земляков Г. В. и канд. техн. наук, доцент Голубев Н. М.

Глава 4 дополнена технологией непрерывного полого шнека канд. техн. наук, доцентом Поповым О. В.



Совместно с канд. техн. наук, профессором Черноиваном В. Н. написаны главы 5, 7, 8.

В главу 6 Ольгомц А. И. предоставил совместные разработки по модификации растворобетонных комплексов блочно-модульной компоновки.

В главах 9 и 2 (часть 2) совместно с канд. техн. наук, доцентом Зверевым В. Ф. и Полейко Н. М., ст. преподавателями Пелюшкевичем А. И. и Статкевичем П. И. изложены классификация способов усиления и характерные дефекты конструкций.

Совместно с канд. техн. наук, доцентом Снежковым Д. Ю. написана глава 1 части 2 по методам неразрушающего контроля, апробированным в многочисленных экспериментальных исследованиях Латышем А. В.

В главе 6 части 2 использованы материалы по способам усиления подземных конструкций реконструируемых зданий д-ра. техн. наук, профессора Соболевского Д. Ю. и канд. техн. наук, доцента Попова О. В., накопившими большой опыт геотехнических реконструкций в группе геотехнических компаний в Республике Беларусь.

Приложение (ч. 2) написано совместно с Передковым И.И.

*Если рассчитать обыкновенными методами значе-  
ние сцепляющих усилий бетона и арматуры у самой  
трещины, то окажется, что при меняющихся нагруз-  
ках эти усилия бесконечны. Это говорит о том, что  
близ трещины каждый стержень арматуры подверга-  
ется скольжению в бетоне. Опыт подтверждает это  
явление и доказывает, что оно может явиться разру-  
шающим, в особенности при наличии значительных по-  
буждений к скольжению. Происходящее изнашивание  
бетонной оболочки сопровождается разрушением сцепле-  
ния, которое не успевает достаточно быстро испра-  
вить восстановительная работа молекул.*

Эжен Фрейсине, французский граждан-  
ский инженер, изобретатель преднапря-  
женного бетона

*Никакое железобетонное тело не может быть без-  
условно защищено от появления трещин. Однако  
в начале появления трещины настолько тонки, что мо-  
гут быть установлены только теоретическим под-  
счетом и путем особо тщательных обследований при  
строго научной постановке опытов и не могут быть  
замечены невооруженным глазом; в таком виде они,  
даже при самых неблагоприятных обстоятельствах,  
не оказывают на сооружение ни малейшего вредного  
влияния. В нашем распоряжении не имеется никаких  
средств, которыми можно было бы с полной гаранти-  
ей предупредить появление этих волосных трещин.*

Профессор ЗАЛИГЕР

## **Глава 1. ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ**

Вопросы усиления и восстановления железобетонных конструк-  
ций и сооружений, несмотря на их актуальность, еще 100 лет назад  
обычно решались методами, обоснование которых не было прове-  
рено экспериментально, а иногда и теоретически.

По-разному подходили к появлению трещин в железобетонных конструкциях (ЖБК). Чем ответственнее сооружение, тем с большей осторожностью относились даже к безопасным трещинам, что вызывало иногда совершенно ненужные большие затраты и производство излишних, зачастую очень сложных и трудоемких работ. В других случаях, наоборот, и к опасным трещинам относились с чрезмерным оптимизмом, что влекло за собой развитие серьезных деформаций в железобетонных конструкциях.

В 1936 г. инженер Лоссье (Henry Lossier) опубликовал работу о трещинах в ЖБК, где сделана интересная попытка классифицировать трещины, определить их влияние на дальнейшую работу ЖБК и систематизировать меры против развития трещин. Лоссье различал пять типов трещин:

тип А – трещины, вызываемые растягивающими и срезающими напряжениями;

тип Б – трещины, угрожающие ржавлению арматуры;

тип В – трещины, нарушающие водонепроницаемость;

тип Г – трещины, уменьшающие вторичные напряжения в конструкции;

тип Д – трещины усадочные и термические.

По мнению автора, инженера Литвинова И. М. (1938), помимо рекомендуемого инженером Лоссье разграничения различных типов трещин необходимо различать две категории по условиям работы ЖБК:

I категория – конструкции, подверженные преимущественно статическим нагрузкам;

II категория – конструкции, подверженные динамическим или многократно повторяющимся нагрузкам.

Прусское министерство общественных работ приказом от 6 марта 1916 г. обязало обследовать важнейшие выполненные из железобетона сооружения, в которых имелись трещины, вызванные нагрузкой и усадкой бетона, и арматура была покрыта ржавчиной как в местах образования трещин, так и в местах, доступных для дождя или дымовых газов вследствие недостаточной толщины защитного слоя бетона.

Для выявления обстоятельств коррозии арматуры в Гаагском институте были проведены специальные экспериментальные работы по испытанию материалов. В результате исследований пришли к заключению, что наружные трещины шириной от 1 до 2 мм опасны

в отношении коррозии арматуры. Было установлено, что даже при ширине трещин в 0,3 мм не исключена возможность появления коррозии арматуры в сравнительно короткий срок. Трещины же с раскрытием менее 0,3 мм (при плотном бетоне) не являются опасными, так как защитный слой бетона при этом не нарушается.

По мнению Лоссье, степень опасности трещины (в отношении коррозии арматуры) характеризуется двумя показателями: ее видимой снаружи шириной и длиной обнаженной арматуры.

В качестве профилактических средств против образования трещин сцепления Лоссье рекомендует:

- уменьшение допускаемых напряжений на растяжение бетона;
- применение специальной арматуры, увеличивающей сцепление с бетоном;

- предварительное напряжение арматуры;

- применение нержавеющей арматуры;

- соответствующий подбор цемента и составных частей бетона.

Ниже приводится краткий обзор осуществленных или приведенных в технической литературе методов усиления ЖБК и описываются наиболее интересные опыты практического применения этих методов в США и Европе, базирующиеся на довоенных трудах инженеров Литвинова И. М. и Френкеля Д. Я. Наиболее широкое применение имел метод охватывающих усиливаемую конструкцию железобетонных обойм.

Учитывая значительную сложность, а в ряде случаев и полную невозможность монолитного усиления, чаще всего применяют суррогатные типы временных креплений, установку дополнительных опор и пр.

Иногда же параллельно с подлежащими усилению ЖБК заново возводят другие, более мощные (по методу разгружающих конструкций), что вызывает значительные дополнительные затраты и в то же время нерационально загромождает окружающую их полезную площадь.

Остальные из числа приведенных ниже методов усиления самостоятельно применяются сравнительно реже и лишь преимущественно в сочетании с методами обойм и разгружающих конструкций.

Состоявшийся в 1936 г. 32-й съезд членов Американского института бетонов (Am. Concr. in-te No 5, 1936. Сборник статей Lamprecht, Harza, Roby Capp, Schoier, Dawler) был посвящен вопросам разрушения ЖБК, рассмотрению методов и приемов их восстановления.

Уже тогда отмечалось, что нарушение технологии производства бетонных работ приводило к быстрому разрушению сооружений. Загрязненность заполнителей, неправильная дозировка воды, небрежное перемешивание и укладка бетонной смеси, а также нарушение правил ухода за уложенным в опалубку бетоном – основные причины, существенно влияющие на эксплуатационные характеристики бетона и вызывающие разрушения конструкций.

По мнению Ф. Каппа, имеются следующие три основные причины разрушения железобетонных конструкций: замерзание свободной (не вступившей в реакцию с цементом) воды; коррозия арматуры и неучтенные расчетом местные перенапряжения.

Лампрехт (Lamprecht) предложил следующие четыре основных способа восстановления разрушающихся бетонных сооружений:

1) *нанесение равномерного слоя штукатурки;*

2) *укладка армированного слоя бетона, представляющая более надежный, чем предыдущий, способ;*

3) *нанесение кистью тонких слоев раствора, имеющее довольно широкое распространение в США, особенно для усиления вертикальных поверхностей. Кистью наносится несколько слоев раствора, часто с добавлением металлических опилок;*

4) *торкретирование, имеющее наиболее широкое распространение в США. Иногда применяют частую металлическую сетку, обеспечивающую нанесенному способом торкретирования слою требуемую плотность и препятствующую развитию трещин.*

Члены Американского института бетонов Харца и Роби (Harza и Roby) ознакомили с технологией, примененной при усилении плотины. Суть технологии производства работ заключалась в следующем. Слой существующего (полуразрушенного) бетона на глубину 20 см был демонтирован ломом и перфораторами. Усиливаемая поверхность тела плотины до укладки нового слоя бетона насекалась (делалась шероховатой) и в нее на глубину 1 м были заанкерены стержни диаметром 25 мм. Затем усиливаемая поверхность тщательно очищалась промывкой и продувкой сжатого воздуха и бетонировалась слоем нового бетона. Общая толщина нового слоя бетона составила в среднем 80 см.

Заслуживает также внимания обсуждавшийся на этом съезде метод применения сухого цемента и сухих растворов для весьма влажных поверхностей усиливаемых конструкций.

Сущность метода разгружающих конструкций состоит в том, что усиление основных несущих элементов сооружения достигается путем их разгрузки соответствующими дополнительно возводимыми конструкциями.

Усиление прогона, расположенного под башней, состояло в том, что под ним был уложен второй прогон, опирающийся на две добавочные колонны сечением  $58 \times 30$  см. Эти колонны возводились рядом с существующими. Пролет вспомогательных балок (также перегруженных) в целях их разгрузки был уменьшен посредством консолей, выпущенных из вновь установленной добавочной главной балки. Детали усиления конструкции приведены на рис. 1.1.

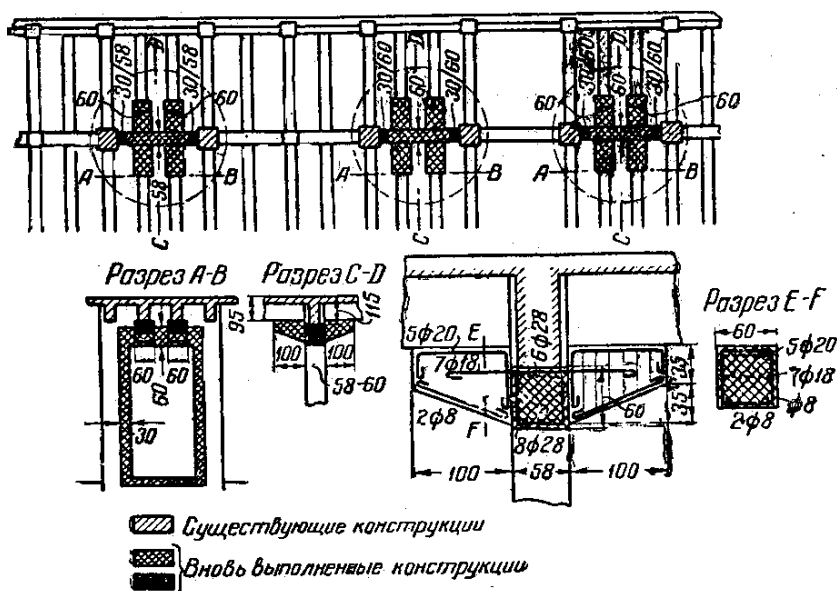


Рис. 1.1. Применение железобетонных разгружающих конструкций для усиления междуэтажного перекрытия цеха завода в Венгрии

При расширении котельной в подвале дома (Будапешт) было обнаружено:

во многих плитах и балках ребристого перекрытия разрушился защитный слой бетона и обнажилась арматура со следами сильной коррозии;

в балках отсутствуют хомуты.

Для усиления этого перекрытия были предложены четыре варианта проекта (рис. 1.2).

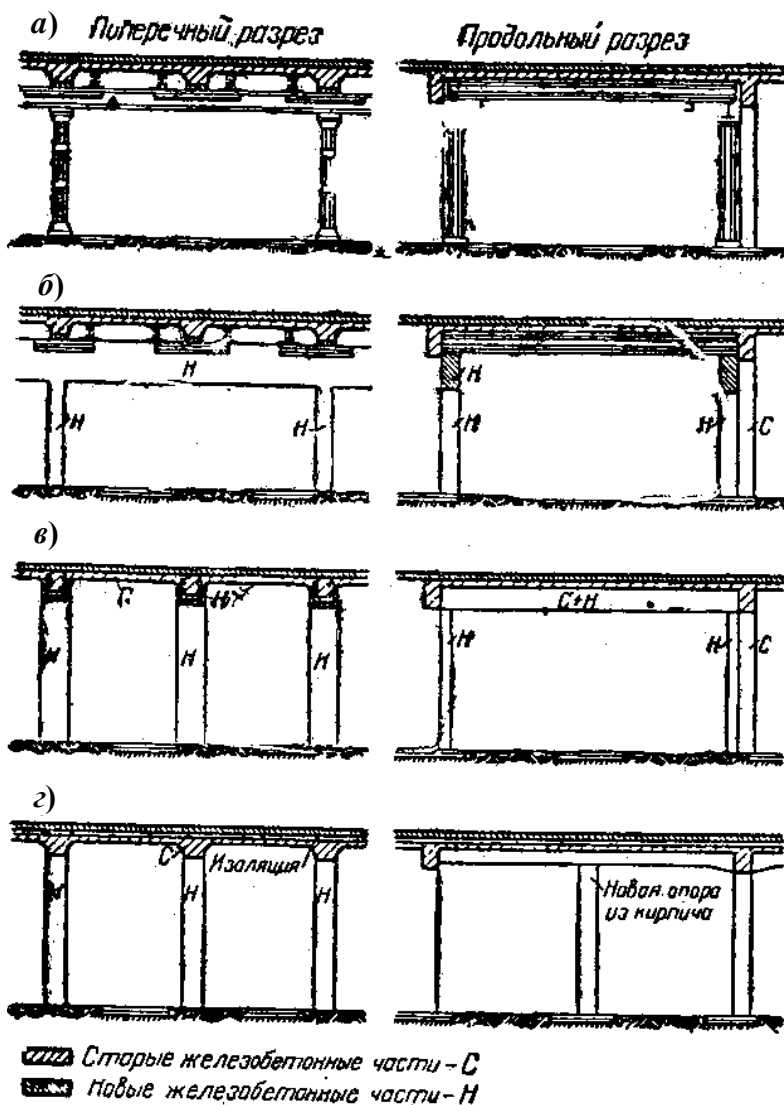


Рис. 1.2. Четыре варианта проекта усиления железобетонного перекрытия дома в Будапеште

*Первый вариант* (рис. 1.2, а). Разгружающая конструкция выполнена из металла.

*Второй вариант* (рис. 1.2, б). Металлические прогоны и стойки разгружающей конструкции заменены железобетонными.

*Третий вариант* (рис. 1.2, в). Увеличение сечений посредством железобетонной обоймы, охватывающей усиливаемые ребра с трех сторон с одновременным увеличением толщины плиты укладкой слоя нового бетона.

*Четвертый вариант* (рис. 1.2, г), принятый к исполнению. Под усиливаемые балки была подведена промежуточная опора, а поверх сжатой плиты была уложена новая несущая плита.

Для усиления деформированных железобетонных конструкций за рубежом раньше часто применялся метод разгружающих конструкций. На рис. 1.3 приведена схема усиления железобетонных колонн, для разгрузки которых были изготовлены дополнительные металлические колонны. В этом случае имеем типичный пример метода разгружающих конструкций, очень дорогого и не всегда возможного по габаритным условиям.

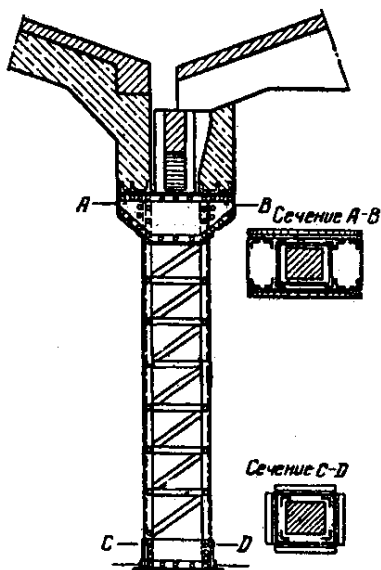


Рис. 1.3. Усиление железобетонных колонн путем применения металлических разгружающих конструкций (“Wiederherstellungsarbeiten im Eisenbetonbau”, “Armierter Beton”, 1914, с. 138–144)



Нелучшие конструктивные решения применялись и для разгрузки железобетонных балок перекрытий. Так, например, на рис. 1.4 приведены три варианта таких разгружающих конструкций, изготовленных из металла и имеющих кроме того дополнительные промежуточные опоры в виде металлических колонн.

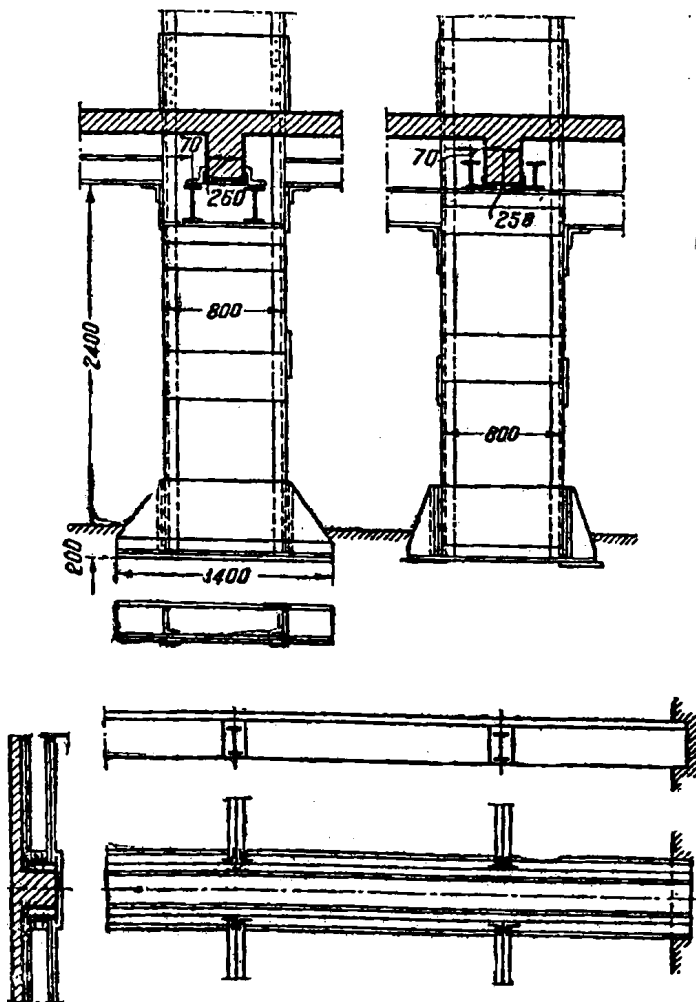


Рис. 1.4. Применение металлических разгружающих конструкций для усиления железобетонных балок

На рис. 1.5 приведен последний вариант метода разгружающих конструкций, неоднократно применявшийся для усиления железобетонных балок и перекрытий. В этом случае непосредственно вдоль боковых граней усиливаемой балки посредством металлических связей, пропускаемых сквозь специально пробитые отверстия в усиливаемой железобетонной балке, крепятся две металлические клепаные или сварные балки. Опоры металлических разгружающих балок заделываются в специально устроенных нишах стен. Затем все металлические разгружающие конструкции закрываются защитным слоем бетона.

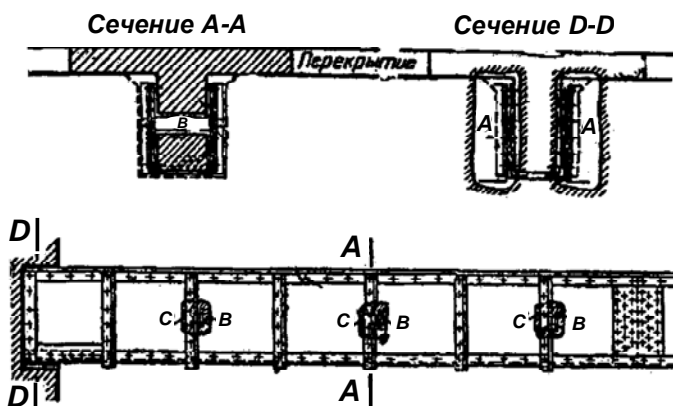


Рис. 1.5. Применение металлических балок со сплошной стенкой для разгрузки перенапряженных железобетонных балок (проф. Мюллер):  
*A* – ниша в стене для опирания металлической балки; *B* – поперечные связи;  
*C* – пробоины в балке для поперечных связей

Метод разгружающих конструкций обладает следующими существенными недостатками:

составные несущие конструкции (металл и железобетон) долгое время остаются разобращенными и работающими независимо друг от друга;

лишь после потери железобетонной балкой ее несущей способности будет включаться в работу металлическая разгружающая конструкция.

В 1922–1923 гг. при усилении деформировавшихся железобетонных балок междуэтажных перекрытий шестизэтажного здания

ткацкой фабрики в Германии применялись хомуты из полосового железа (рис. 1.6), охватывающие балки в местах трещин. Для этой цели железобетонная плита пробивалась в месте прохождения устанавливаемых хомутов и последние плотно притягивались к балке специальными гайками.

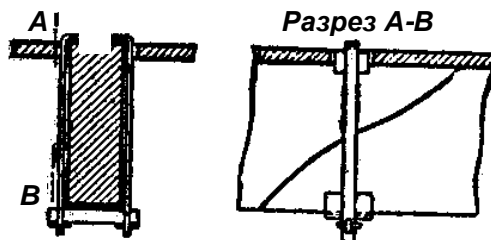


Рис. 1.6. Усиление железобетонных балок хомутами из полосового железа

На одном из заводов Франции Лоссье применил (“Le Génie civil” N 8/9, 1936) приведенные на рис. 1.7 хомуты для усиления железобетонных балок, в которых вследствие недостатка хомутов имелись косые трещины.

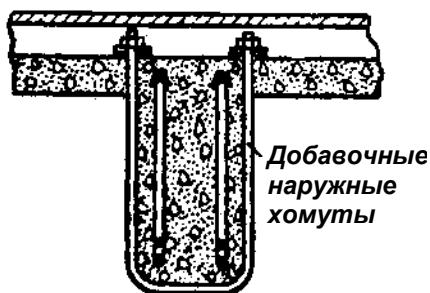


Рис. 1.7. Усиление железобетонных балок по Лоссье

За рубежом при первых стадиях развития трещин неоднократно применялись (“Armierter Beton”, V. VII, 1914) хомуты или болты из полосового или круглого железа, которые устанавливались вертикально или наклонно в направлении, перпендикулярном к трещинам. Наклонные хомуты, хотя и менее удобны в производстве работ, зато больше соответствуют действительной работе балки.

Метод металлических скоб состоит в наложении специальных металлических скоб перпендикулярно к образовавшимся трещинам, для чего в защитном слое бетона приходится прорубить бороздки глубиной 2–3 см, шириной 3–4 см и длиной 25–40 см. По краям этих бороздок при помощи шлямбуров пробивают круглые отверстия диаметром 30–40 мм и глубиной 100–10 мм. Металлические скобы закладывают в эти бороздки (с отверстиями по краям) на цементном растворе. Практика применения этого метода показала, что металлические скобы не предохраняют усиливаемую конструкцию от дальнейшего разрушения.

Вследствие относительной несложности в производственном отношении метод обойм получил наибольшее распространение в практике строительства в СССР (для усиления железобетонных ребристых перекрытий в 1934 г. на Северном руднике в Донбассе). В этом случае (рис. 1.8) по методу обойм были усилены четыре железобетонные балки № 1 сечением  $40 \times 105$  см, пролетом в свету 12,06 м, загруженные равномерно распределенной нагрузкой, и две балки № 2 сечением  $70 \times 115$  см, пролетом в свету 6,20 м, загруженные двумя сосредоточенными силами.

Укладка бетона велась сверху через окна в плите, причем особое внимание было обращено на обеспечение плотности бетона.

К недостаткам метода обойм относятся:

значительное увеличение массы усиливаемых конструкций;

необходимость пробивки большого количества отверстий (окон) в плитах для таврового сечения;

неприменимость этого метода при невозможности увеличения размеров усиливаемой конструкции со всех четырех сторон.

В качестве характерного примера применения торкретирования для усиления железобетонных конструкций приводятся данные из статьи Вайлеса (“Eng. N. Record”, 1934, No 8, V. 112, «Восстановление разрушенных землетрясением зданий в Лонг-Биче» (Калифорния)). Разрушенные и весьма поврежденные трещинами участки балок и колонн удаляли и вновь бетонировали торкретбетоном прочностью  $254 \text{ кг/см}^2$ .

Рассмотрен еще один пример применения в СССР торкретирования для усиления ЖБК (статья инженера Мореншильда в журнале «Строительная промышленность», 1936, № 12).

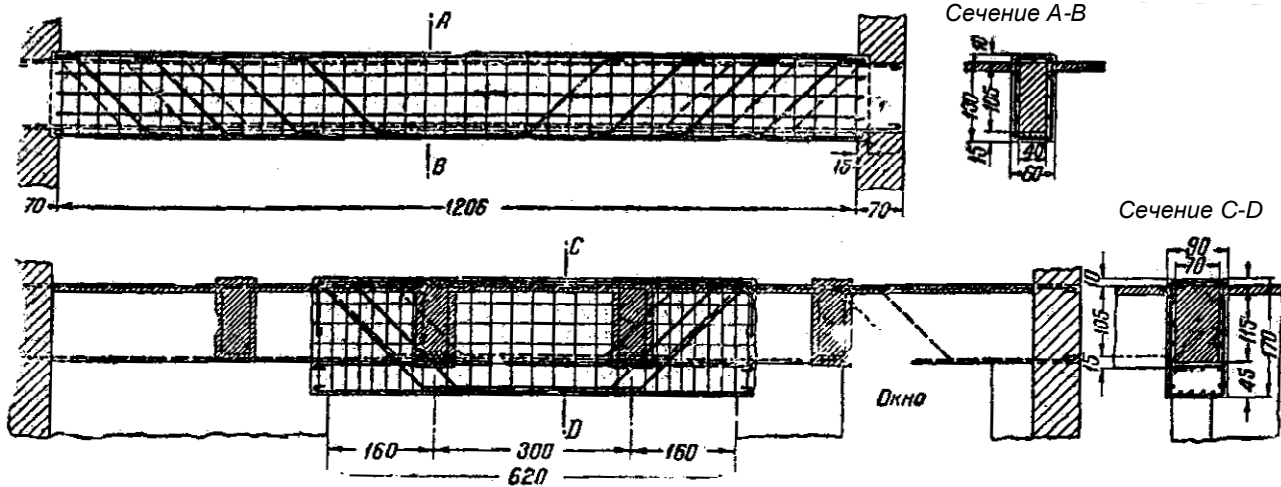


Рис. 1.8. Усиление железобетонных балок методом обойм

В здании фабрики «Гознак» был обнаружен ряд дефектов в ЖБК. Приведено описание применявшихся в этом случае способов усиления Г-образных рам и балок перекрытий (рис. 1.9). Осадка лесов, возникшая при бетонировании ригеля Г-образных рам (вынос ригеля составляет 9,72 м), привела к образованию вертикальных сквозных трещин в месте соединения ригеля со стойкой рамы.

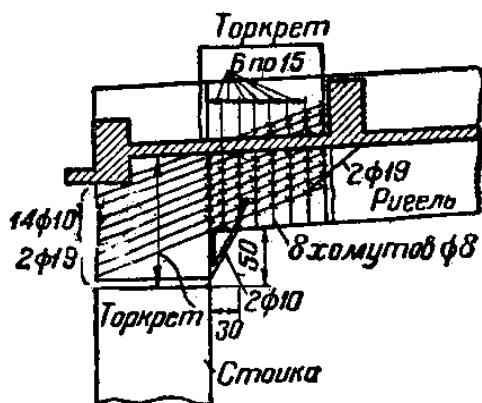


Рис. 1.9. Усиление Г-образной рамы с трещинами в месте соединения ригеля со стойкой

Исправление трещин требовало проведения весьма сложной работы: трещина перекрывалась железом, с одного конца привязываемым к предварительно обнаженной арматуре стойки и с другого — к арматуре ригеля посредством дополнительно введенных хомутов. Соединение ригеля со стойкой усиливалось устройством вута (см. рис. 1.9). Вся дополнительно введенная арматура покрывалась слоем торкрета, причем поверхность конструкции предварительно насекалась и очищалась. Насечка, армирование и торкретирование каждой стороны ригеля производились последовательно для того, чтобы избежать чрезмерного ослабления ригеля.

104 дефектные балки были исправлены следующим образом: поврежденные участки балок подвергались сплошной насечке глубиной 4 см на участке в 50 см по обе стороны от трещин со всех четырех сторон. Насеченная часть обертывалась спиралью диаметром 6 мм с шагом 10 см в виде муфт, после чего усиленные части балок покрывались торкретом толщиной 5–6 см.

При восстановлении деформированного железобетонного промышленного здания в Германии было осуществлено усиление главных и второстепенных балок путем подводки под них V-образных железобетонных балок. Выступающие части этого профиля уменьшали расстояние между опорами существующих плит настолько, что они не нуждались в усилении (рис. 1.10). Над опорами выступающие консольные части V-образного профиля были укорочены. В местах же, где прогоны не имели сверху плиты, они усиливались обычными железобетонными обоймами.

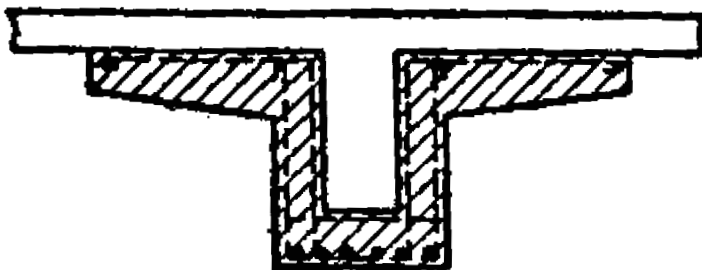


Рис. 1.10. Усиление железобетонной балки

Укладка бетона в узких пространствах между опалубкой и старыми балками при большом количестве арматуры была очень сложной, поэтому применялся бетон литой подвижности.

Приведены несколько основных конструктивных решений, впервые предложенных и осуществленных в Германии и затем неоднократно применявшихся различными специалистами по железобетону.

На рис. 1.11 показана схема усиления железобетонной балки посредством частичного увеличения ее сечения с установкой дополнительной арматуры, перекрывающей трещины, причем концы этой арматуры глубоко заанкерены в толще бетона. Для установки этой дополнительной арматуры в бетоне укрепляемой балки пробиваются сквозные пробойны *N*.

Усиление железобетонных балок производилось также посредством металлических решетчатых ферм, изготовленных из уголкового железа и плотно соединяемых между собой поперечными металлическими связями, проходящими сквозь специально пробитые отверстия в усиливаемых балках.

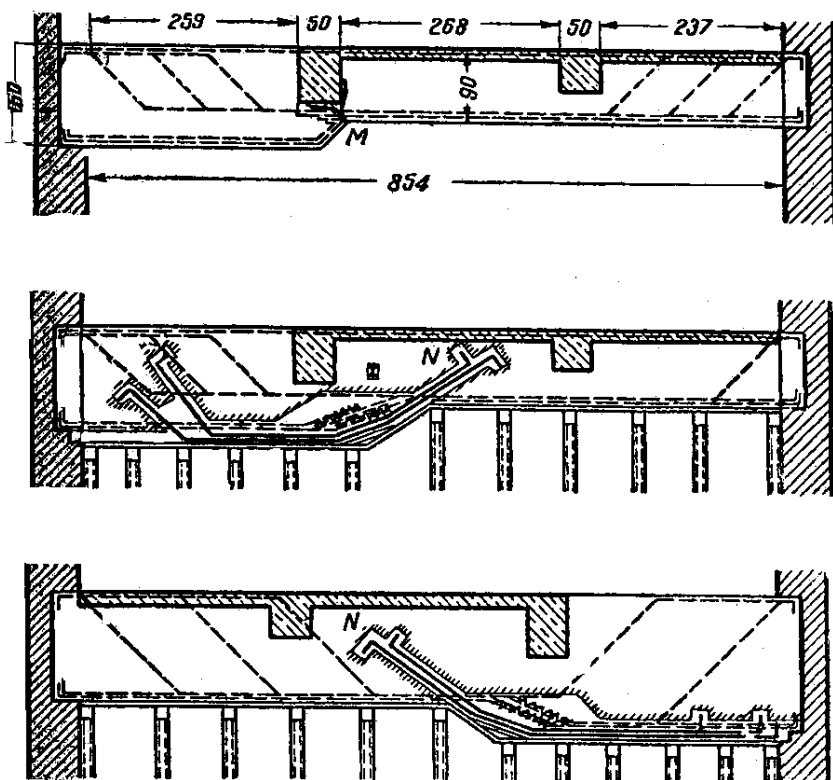


Рис. 1.11. Усиление железобетонной балки путем частичного увеличения ее сечения с установкой дополнительной арматуры: *M* – трещины в балке; *N* – сквозные пробоины для установки дополнительной арматуры

Возникающие в балке трещины могут сшиваться посредством наложенных с двух сторон балки пачек косых стержней. Эти стержни перекрывают трещины под углом в  $45^\circ$ . Все работы производятся на боковых поверхностях ребер балки, и в отличие от предыдущих случаев здесь не требуются трудоемкие работы по пробивке сквозных борозд в балке для закладки арматуры и т. п.

Позднее применялся более экономичный и простой в производстве метод усиления. На рис. 1.12 приведен общий вид балки, охватываемой обоймой в виде спиральной обмотки из круглого железа диаметром 5–6 мм; внутри этой обоймы укладывается дополнительная арматура с косыми отгибами, и обойма бетонируется.



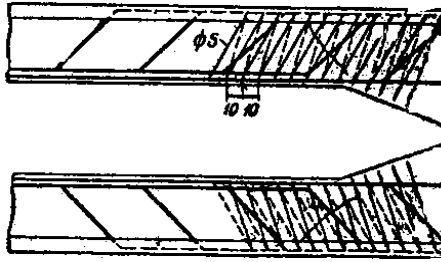


Рис. 1.12. Усиление нешироких железобетонных балок

Для установки этой спиральной арматуры предварительно в плите изготавливаются два ряда отверстий (рис. 1.13), расположенных параллельно друг другу в местах сопряжения арматуры с балкой.

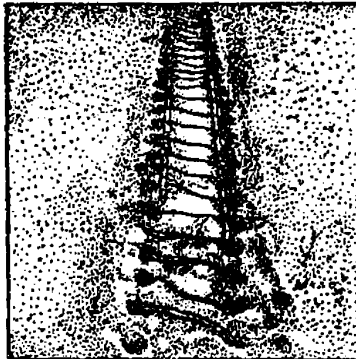


Рис. 1.13. Общий вид отверстий в плите перекрытия, через которые пропускается арматура спиральной обмотки обоймы

Существенными недостатками этого метода являются:

- а) необходимость нарушения прочности плиты в местах пробивки отверстий для пропуска спиральной обмотки;
- б) невозможность применения, когда нельзя увеличить высоту балки.

Для ряда случаев предлагается применение зубчато-решетчатой конструкции вместо О-образной формы сечения обоймы, причем ребра усиливаемого сечения располагаются внутри балки (рис. 1.14).

Большой железобетонный надшахтный копер в Кампгаузене, построенный еще в 1911 г., в целях увеличения добычи угля в 1936 г. было решено оборудовать новыми, более тяжелыми машинами, при

этом ограничиться усилением лишь особо перенапряженных элементов, оставляя без усиления те элементы, в которых напряжение в бетоне не превышало  $100 \text{ кг/см}^2$  и в железе  $1800 \text{ кг/см}^2$ , т. е. главных балок площадки ведущего шкива, главных балок площадки направляющего шкива и балок под опоры приемных кулачков.

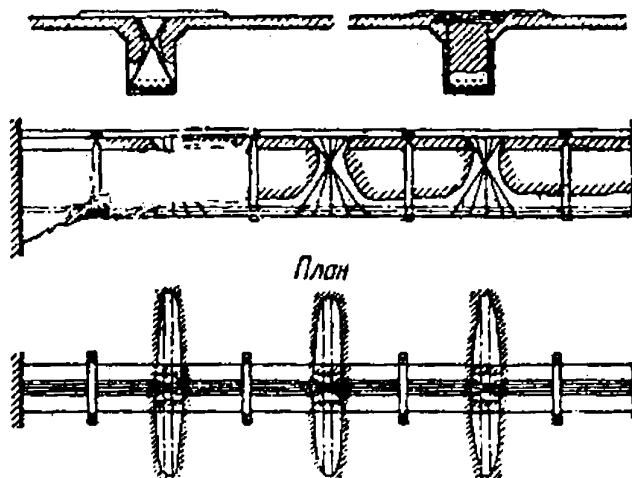


Рис. 1.14. Усиление широких железобетонных балок

На рис. 1.15 показана конструкция усиления этих балок. Связь добавочной арматуры с бетоном осуществлялась поперечными болтами. Посредством же этих поперечных болтов и специальных металлических полос, устанавливаемых поперек косых стержней добавочной арматуры, обеспечивалась связь между отдельными стержнями. Для установки хомутов в верхней части этих балок потребовалась пробивка железобетонной плиты с двух сторон балки.

На рис. 1.16 приведены схематические чертежи усиления двух балок под опоры приемных кулачков. Для балки на рис. 1.16, *а* устроена обойма, охватывающая балку со всех сторон. Для другой балки (рис. 1.16, *б*) ширина сечения в пролете по габаритным условиям не могла быть увеличена. На этом участке пришлось сохранить существующую ширину сечения  $25 \text{ см}$ , и лишь у опор ширина увеличена до  $55 \text{ см}$  посредством обоймы. Кроме того, для дополнительного усиления этой балки были установлены две поперечные железобетонные распорки сечением  $25 \times 40 \text{ см}$ .

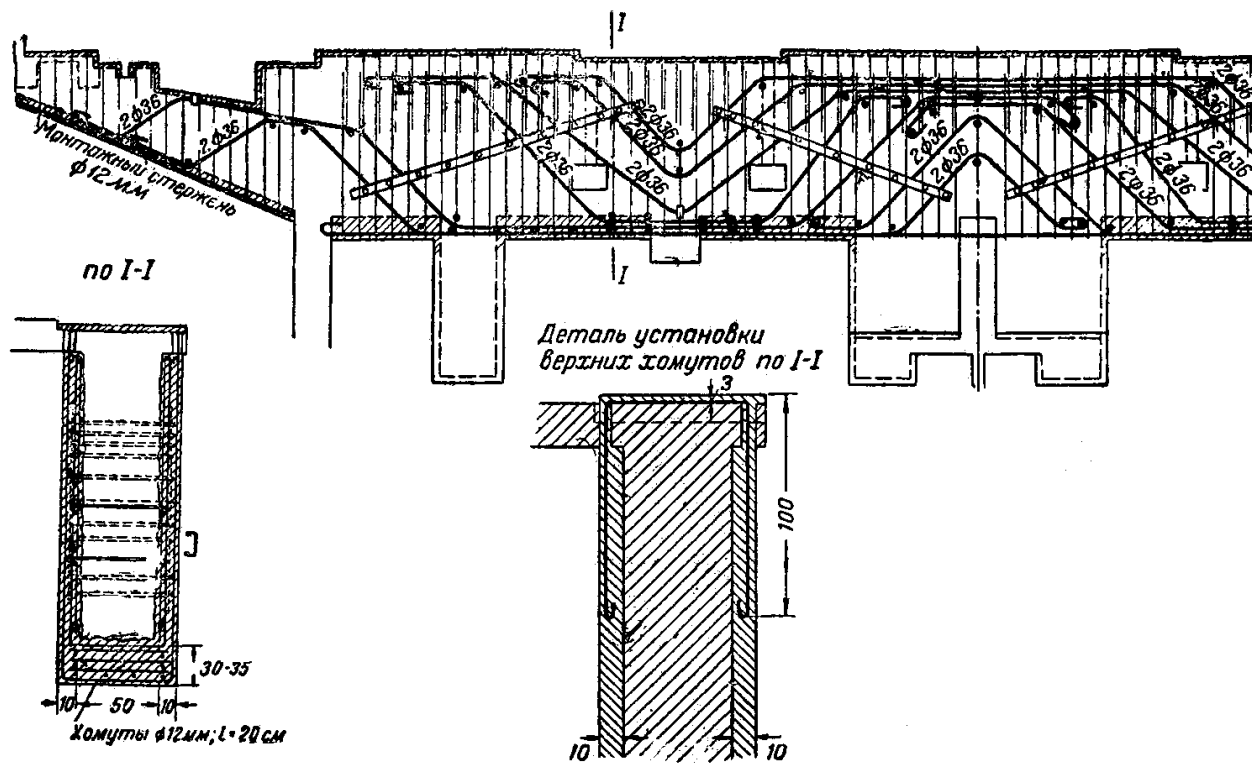


Рис. 1.15. Усиление железобетонной балки

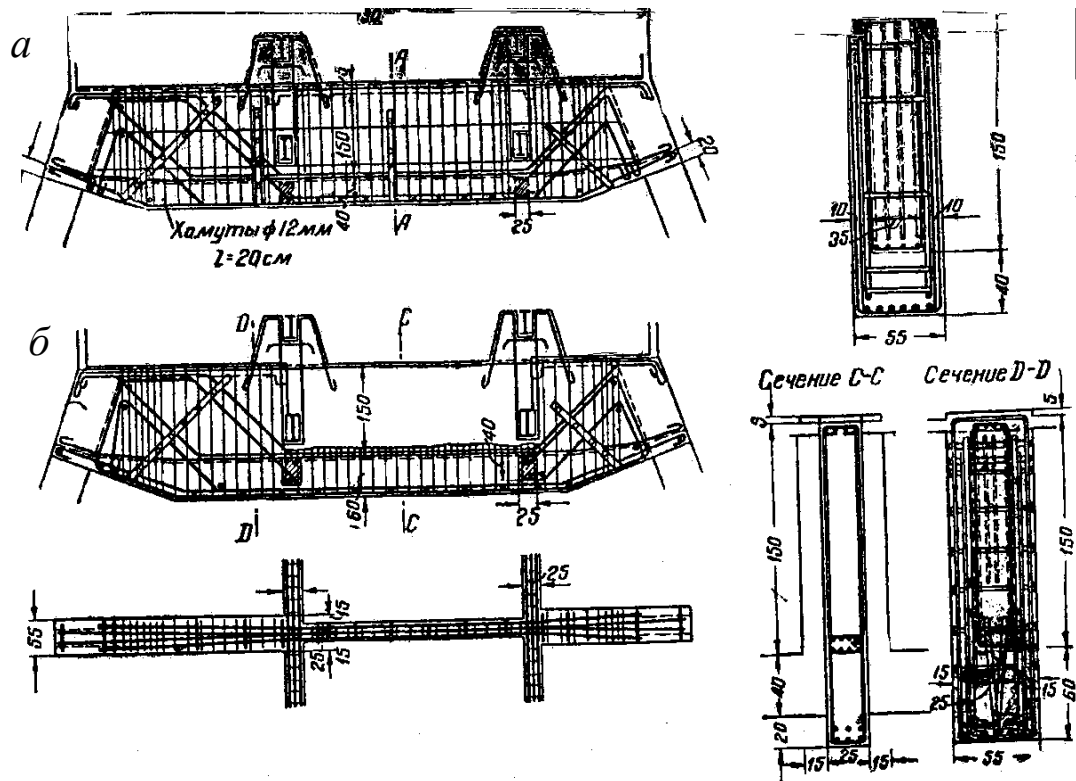


Рис. 1.16. Усиление двух балок

В Англии запатентован особый метод (“Civ. Engineering”, 1938, № 1) усиления железобетонных балок и мостов, который сводится к устройству (рис. 1.17) шпренгелей  $d$  из арматурного железа, закрепляемых у опор  $a$  усиливаемой балки и затем натягиваемых при помощи домкратов. После удаления домкратов стержни  $d$  остаются в натянутом состоянии вследствие наличия подставок  $f$  и прокладок  $i$ . Стержни  $d$  и узлы  $C$  можно покрыть защитным слоем бетона. В получаемой таким образом шпренгельной системе сжатым элементом является бетон усиливаемого перекрытия или моста, а также подставки  $f$  и прокладки  $i$ .

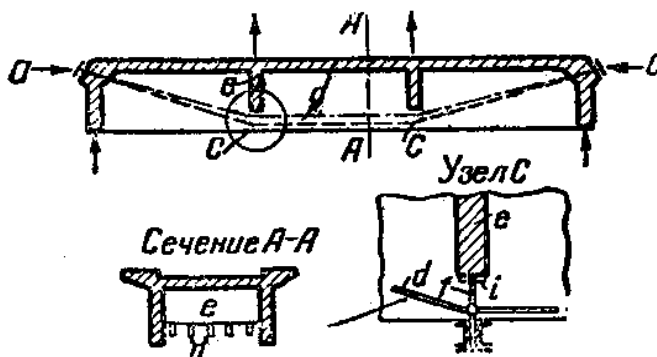


Рис. 1.17. Схема усиления железобетонного моста (пролетного строения) согласно английскому патенту № 464361

На рис. 1.17 показан схематический чертеж усиления пролетного строения моста в виде железобетонной плиты с мощными продольными ребрами. Это строение усилено данным методом при помощи пяти шпренгельных затяжек, закрепленных на концах перекрытия  $a$  и растянутых под поперечными ребрами  $e$ .

Метод Метростроя (предложение инженера И. Ф. Шарова, опубликованное в журнале «Метрострой», 1938, № 2) представляет собой частный случай ранее рассмотренного метода усиления железобетонных конструкций путем торкретирования. Этот метод был проверен экспериментальным путем, для чего были заготовлены железобетонные балки таврового сечения (рис. 1.18), снизу армированные шестью стержнями диаметром 10 мм и сверху – двумя стержнями также диаметром 10 мм; хомуты диаметром 3 мм – через 100 мм.

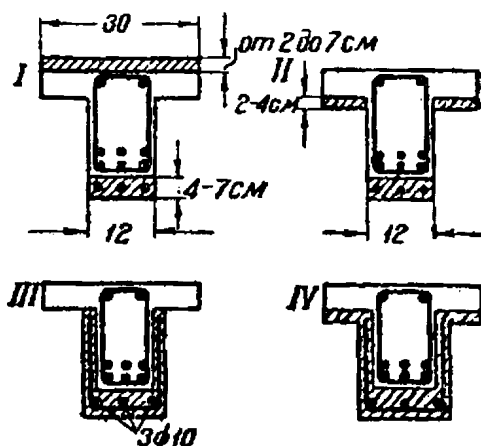


Рис. 1.18. Усиление железобетонных балок по методу Метростроя

Во всех четырех типах усиления снизу балок уложены три стержня диаметром 10 мм и, кроме того, для III и IV типов поставлены хомуты. Торкретбетон уложен во всех четырех типах усиления различно (заштрихованная часть профилей балок). При испытании балок было получено следующее увеличение их грузоподъемности: балки, усиленные по I типу, – на 65 %; по II типу – на 28–32 %; по III типу – на 70 %; по IV типу – на 65 %.

При данном методе усиления монолитность соединения между существующим и вновь добавляемым железобетоном происходит исключительно за счет сцепления с торкретбетоном; последнее может быть обеспечено лишь при весьма тщательном производстве работ.

Предложенный и впервые осуществленный в 1934 г. инженером Литвиновым И.М. метод усиления и восстановления железобетонных конструкций дает возможность при незначительных затратах в течение семи дней сдавать в эксплуатацию разрушенные до аварийного состояния ЖБК.

Усиливаемая конструкция увеличивается по высоте, ширине или длине наращиванием железобетона, при этом связь между старым и новым железобетоном осуществляется путем передачи всех касательных напряжений на специальную (дополнительную) арматуру, привариваемую к существующей арматуре. Применяются специальные «приварочные» коротыши и отгибы в хомутах и рабочих стержнях арматуры усиления (рис. 1.19).

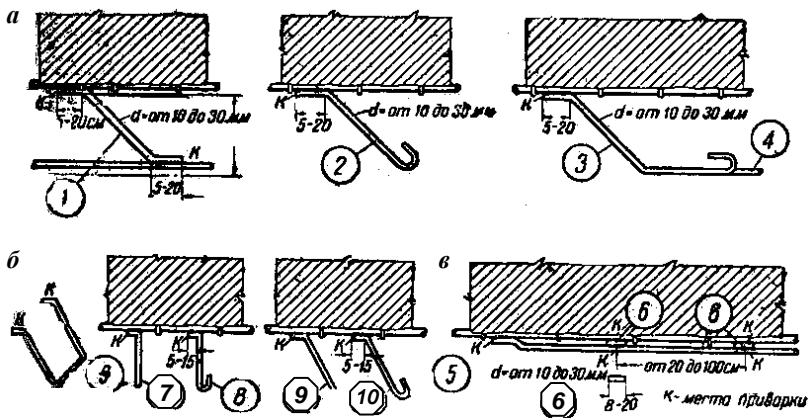


Рис. 1.19. Рекомендуемые типы арматуры для усиления по методу Литвинова И.М.:  
 а – рабочие стержни; б – прямые и косые хомуты; в – коротыши

На рис. 1.20 приведены схематические чертежи рекомендуемого в таких случаях типа опалубки.

При укладке бетона сверху (со стороны сжатой зоны) или с боков усиливаемой конструкции процесс бетонирования является обычным и поэтому устройство специальных уширений в опалубке не требуется.

На рис. 1.21 схематически приведены осуществленный в 1938 г. проект восстановления и усиления подкрановых балок и детали основных креплений арматуры. Из этого проекта видно, что высота сечения балок была увеличена всего лишь на 0,2 м, что составляет 20 % по отношению к высоте балок до их усиления.

На седьмой день после бетонирования, когда бетон усиленных зон достиг проектной прочности  $R_7 = 110 \text{ кг/см}^2$ , восстановленные и усиленные балки были детально обследованы и после их испытания путем загрузки мостовыми кранами сданы в эксплуатацию. По данным испытаний, прогибы восстановленных и усиленных балок уменьшились в 30–35 раз (с 15,0 до 0,4 мм).

После этого на том же металлургическом заводе в течение 1938 г. было усилено и сдано в эксплуатацию свыше 35 различных несущих железобетонных конструкций (преимущественно подкрановых балок разных цехов), имевших опасные для эксплуатации трещины и недопустимые перенапряжения в отдельных элементах.

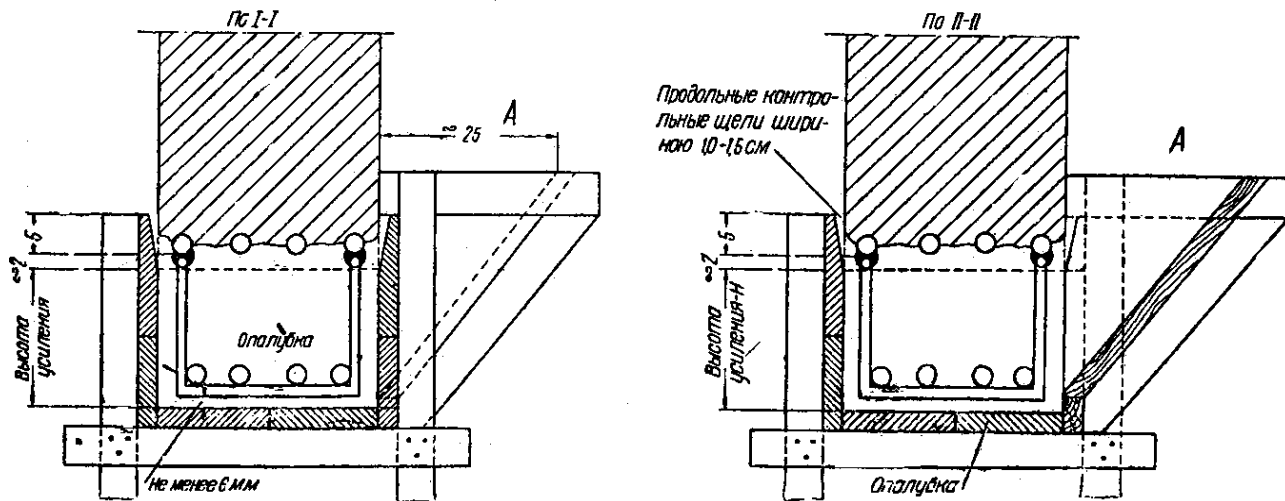


Рис. 1.20. Рекомендуемый тип опалубки для усиления балок по нижней грани:  
 а – боковой вид со стороны загрузочных воронок А; б – план опалубки



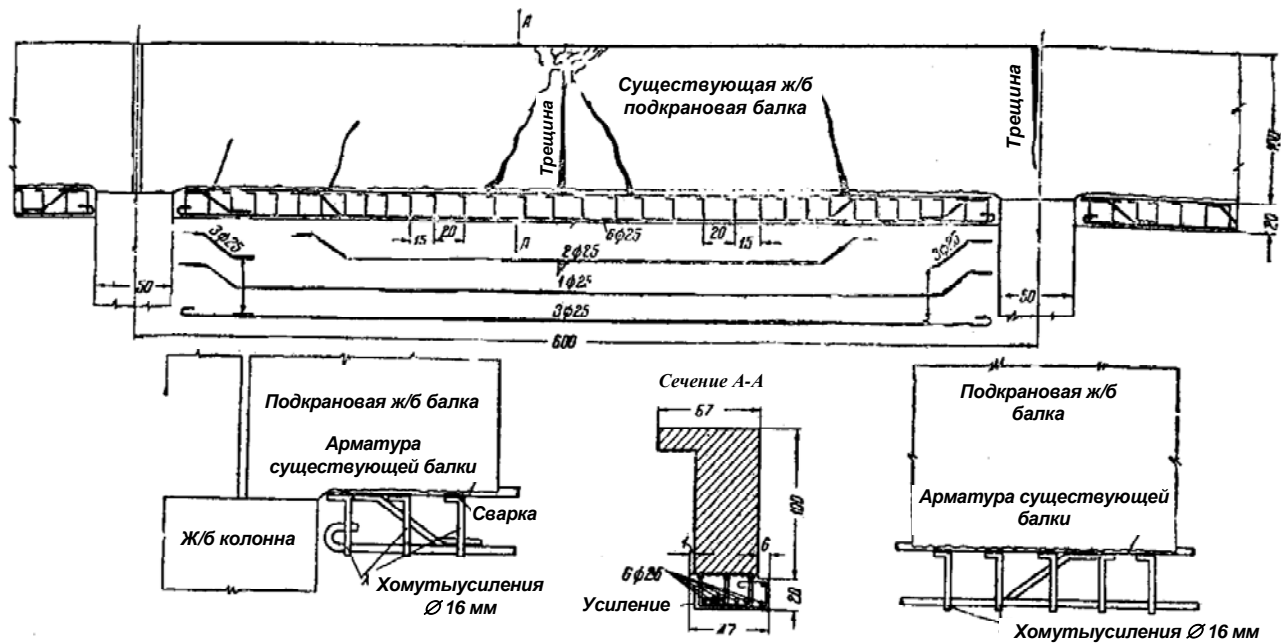


Рис. 1.21. Усиление железобетонных подкрановых балок на металлургическом заводе

## Глава 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ

### 2.1. Этапы проектирования, строительства и приемки

Этапы проектирования строительства, возведения, приемки и эксплуатации зданий в соответствии с подходом Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета (Г.М. Бадьин, В.В. Верстов) основываются на установлении, материализации и поддержании параметров эксплуатационных качеств здания (ПЭК) (рис. 2.1).

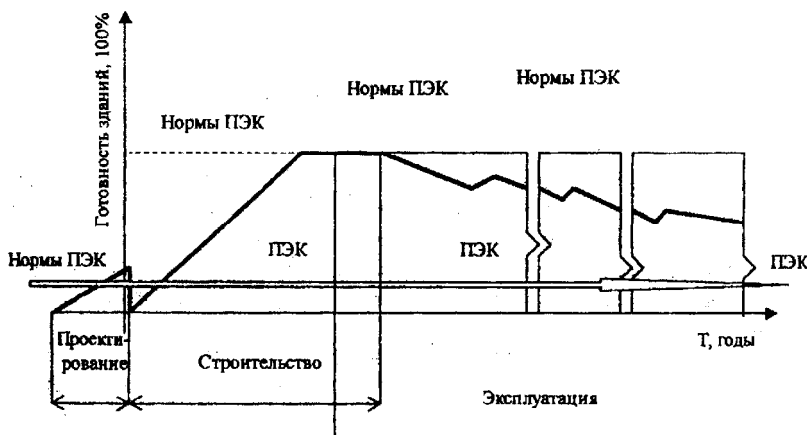


Рис. 2.1. Этапы проектирования, строительства и приемки зданий в эксплуатацию

Проектировщики в соответствии с заданием и строительными нормами устанавливают перечень этапов для каждого сооружения и обеспечивают нормативные или расчетные значения ПЭК в проекте здания. Это правильный подбор материалов и конструкций, корректный расчет их размеров и т. д.

Строители в соответствии с проектом и строительными нормами обеспечивают соответствие фактических значений ПЭК проектным. Для этого применяют эффективные (апробированные на практике) методы производства строительного-монтажных работ и контроль их качества на всех этапах (входной, операционный, приемочный) и пр.

Эксплуатационники на основе проекта фактических значений параметров эксплуатационных качеств зданий (ПЭК), поддерживают их на заданном *техническом* уровне. Эффективными мерами являются периодический контроль значений ПЭК, техническое обслуживание (ТО) и наладка, ремонт систем и конструкций (Р).

На этапе проектирования выполняются непосредственно проектирование согласно заданию заказчика, экспертиза проекта, приемка проектов в производство и непосредственно контроль за выполнением строительного-монтажных работ. После принятия и утверждения акта государственной межведомственной комиссией здание (сооружение) вступает в эксплуатацию с последующим техническим обслуживанием, текущим и капитальным ремонтом.

Основные виды строительного-монтажных работ в условиях реконструкции (земляные, усиление конструкций и др.) сопряжены с примыканием вновь возводимых конструкций или их элементов усиления к существующим конструкциям. Эти обстоятельства определяют сложность выполнения основных работ в условиях стесненности. Поэтому необходима разработка организационно-технологического решения (ОТР) до начала проектирования объекта реконструкции, в процессе предпроектного обследования объекта и сбора исходных данных.

В состав исходных данных для разработки ОТР входят:

технический паспорт зданий и сооружений;

техническая документация и обмерочные чертежи зданий и сооружений;

материалы обследований конструкций;

представления фронта работ строителям и справка заказчика обо всех ограничениях согласно условиям и регламенту эксплуатации производства и демонтажа конструкций.

По результатам обследования разрабатывается проект производства работ (рис. 2.2, 2.3).

Стройгенплан общеплощадочный и объектный является важнейшим разделом проектной документации, на котором указываются реконструируемые объекты, дороги, склады, механизмы, бытовые помещения, временные здания, ограждения площадки, коммуникации и др. (рис. 2.4).

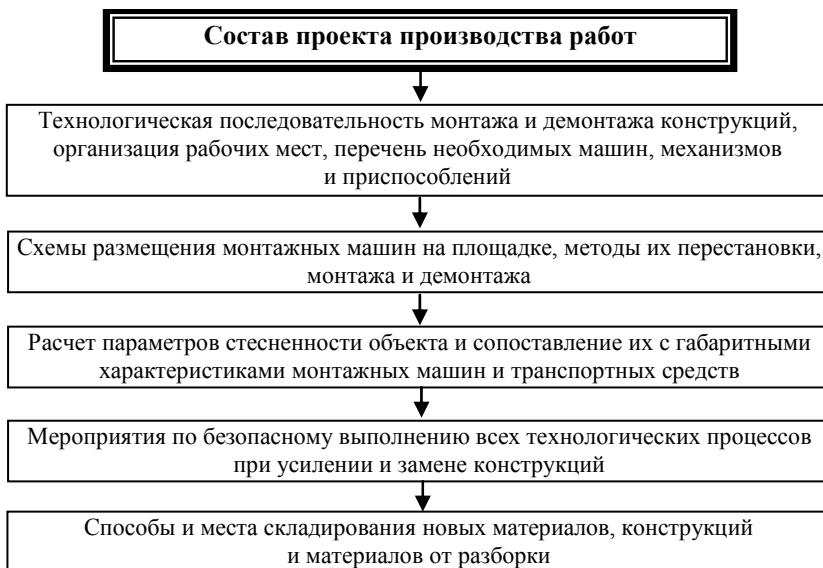


Рис. 2.2. Состав проекта производства работ



Рис. 2.3. Состав технологических карт



Рис. 2.4. Состав схем организации строительной площадки

Для стройгенплана выполняются расчеты:

потребности в трудовых и материально-энергетических ресурсах, которая определяется на основе данных календарного плана;

объемов и видов работ по строительству временных зданий и сооружений, которые определяются исходя из потребности последних.

При проектировании стройгенплана необходимо предусмотреть возможность беспрепятственного въезда и выезда любого транспорта (фермовозы, бетоновозы и т. п.). При реконструкции зданий в стесненных условиях можно ограничиться одним подъездом к зданию, но в этом случае необходимо предусмотреть разворотные площадки с радиусом 12 м. Площадки складирования рекомендует-

ся размещать между монтажным краном и дорогой, закрытые склады – вне зоны действия крана.

Перечень временных зданий и сооружений может меняться в зависимости от реальных условий строительства.

## **2.2. Методика составления проекта производства работ при реконструкции**

### **2.2.1. Состав и характеристика проекта производства работ при реконструкции**

*Проект производства работ* (ППР) является основным документом, регламентирующим производство работ на строительной площадке, в котором детально прорабатываются вопросы рациональной технологии и организации реконструкции конкретного объекта.

Любая организованная реконструкция невозможна без строительной документации, включающей в себя разработку проекта организации строительства (ПОС) и ППР, что обеспечивает правильную организацию и безопасность при проведении строительных работ и способствует повышению качества строительных работ.

ППР – это документ с перечнем технологических правил, требований к охране труда и экологической безопасности, согласно которому организуются работы, определяются оптимальные сроки строительства, необходимые ресурсы, а также прорабатываются возможные риски.

В системе организационно-технологической подготовки строительных работ проект производства работ является основным документом. Проекты производства работ разрабатываются генеральными подрядными строительными-монтажными организациями.

Одной из наиболее сложных и опасных составляющих реконструкции является работа грузоподъемных механизмов – кранов, строительных подъемников. Это обстоятельство является основной причиной того, что реконструкция каждого объекта требует индивидуальной разработки проекта производства работ кранами (ППРк).

В состав *проекта производства работ* при реконструкции входят (рис. 2.5):

- календарный план производства работ;
- строительный генеральный план;

графики поступления на объект строительных конструкций, материалов и оборудования;  
 графики движения рабочих кадров;  
 технологические карты;  
 решения по производству геодезических работ;  
 решения по технике безопасности;  
 перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки.



Рис. 2.5. Элементы ППР

*Пояснительная записка* содержит:

обоснование решений по производству работ;  
 потребность в энергетических ресурсах;  
 перечень инвентарных зданий и сооружений;  
 мероприятия по обеспечению сохранности материалов, конструкций и оборудования;  
 природоохранные мероприятия.

*Календарный план производства работ* является ключевым документом ППР и представляет собой модель реконструкции, в которой устанавливают рациональную последовательность, очередность и сроки выполнения работ на объекте.

*Стройгенплан* (строительный генеральный план) – второй по значимости документ ППР, который устанавливает:

границы строительной площадки;  
 расположение постоянных, строящихся и временных зданий;  
 действующих, вновь прокладываемых и временных подземных, надземных и воздушных сетей и инженерных коммуникаций;

постоянных и временных дорог;  
места установки строительных и грузоподъемных машин;  
источники и средства энергоснабжения и водоснабжения;  
места складирования материалов и конструкций.

В ППР должны содержаться технологические карты на выполнение наиболее крупных, сложных или новых видов работ.

*Технологическая карта* (ТК) – это документ, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения рассматриваемого вида работ, организация труда, необходимые ресурсы, калькуляция трудовых затрат.

ТК могут быть трех видов:

- 1) типовыми без привязки к конкретным объектам;
- 2) типовыми с привязкой к типовым объектам;
- 3) индивидуальными с привязкой к конкретному проекту.

ППР на объекты особо сложные и средней сложности разрабатываются на подготовительный и основной периоды реконструкции.

ППР на *подготовительный период* реконструкции содержит:

календарный план производства работ в виде линейного или сетевого графика;

график поступления на строительство необходимых на этот период строительных конструкций, материалов и оборудования;

строительный генеральный план всей площадки строительства с выделением работ, выполняемых в подготовительный период;

схему размещения знаков для выполнения геодезических построений.

ППР на основной период реконструкции объектов *особой и средней сложности* содержит:

комплексный сетевой график или календарный план производства работ по объекту;

стройгенплан; технологическую документацию по комплектации материально-техническими ресурсами;

график потребности в рабочих кадрах;

график потребности в основных строительных машинах;

технологические карты;

геодезическую часть;

решения по охране труда;

документацию по контролю строительно-монтажных работ;

пояснительную записку.



## ***2.2.2. Календарный план производства работ***

*Календарный план производства работ* представляет собой модель строительного производства, в которой устанавливается рациональную последовательность, очередность и сроки выполнения работ на объекте.

*Календарный план* – один из основных документов проекта производства работ. При реконструкции находят применение следующие формы календарного планирования: линейные календарные и сетевые графики.

Назначение календарного плана заключается в разработке и осуществлении наиболее рациональной модели организации и технологии работ во времени и пространстве на объекте, выполняемых различными исполнителями при непрерывном и эффективном использовании выделенных трудовых, материальных и технических ресурсов с целью ввода объекта в действие в нормативные сроки.

*Сводный календарный план* в ПОС определяет очередность возведения объектов, т. е. сроки начала и окончания строительства каждого объекта, продолжительность подготовительного периода и всего строительства в целом.

*Объектный календарный график* в ППР определяет очередность и сроки выполнения каждого вида работ на конкретном объекте с начала его возведения до сдачи в эксплуатацию.

Рабочие календарные графики обычно составляются производственно-техническим отделом строительной организации. Наибольшее применение имеют недельно-суточные графики.

*Рабочие графики* – наиболее распространенный вид календарного планирования.

Порядок разработки календарного плана следующий:  
составляется перечень (номенклатура) работ;  
по каждому виду работ определяются их объемы;  
производится выбор методов производства основных работ и ведущих машин;  
рассчитывается нормативная машино- и трудоемкость;  
определяется состав бригад и звеньев;  
определяется технологическая последовательность выполнения работ;  
устанавливается сменность работ;

определяются продолжительность работ и их совмещение;  
 расчетная продолжительность сопоставляется с нормативной  
 и вносятся коррективы;

производится подсчет потребности в ресурсах;

производятся расчет и оценка технико-экономических показателей проекта.

Исходными данными для разработки календарных планов в составе проекта производства работ служат: календарные планы в составе проекта организации строительства; нормативы продолжительности строительства; рабочие чертежи и сметы; данные об организациях – участниках строительства.

Календарный ППР на объекте состоит из двух частей: левой – расчетной и правой – графической. Графическая часть может быть линейной (график Ганта, циклограмма) или сетевой.

*Календарный график (линейный)* проектируется по форме табл. 2.1. В левой части приводятся:

объемы работ и их трудоемкость, потребность в машинах, продолжительность каждого вида работ;

количество смен работы, число рабочих в смену, состав бригад.

Таблица 2.1

Календарный график (линейный)

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость чел.-дн.		Необходимые машины		Продолжительность работы, дн.	Количество смен	Число рабочих в смену	Состав бригады	Год
		Ед. изм.	Кол-во	Нормативная	Принятая	Наименование	Число маш. - смен					Месяцы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Правая часть календарного плана представляет собой график выполнения работ по дням, неделям или месяцам.

Графа 2 (наименование работ) заполняется в технологической последовательности выполнения работ с группировкой их по видам и периодам.

Должны быть определены методы производства работ и выбраны машины и механизмы. Продолжительность механизированных

работ должна определяться только по производительности машины. Поэтому вначале устанавливается продолжительность механизированных работ, а затем рассчитывается продолжительность работ, выполняемых вручную.

Продолжительность выполнения механизированных работ  $T_{\text{мех}}$ , определяется по формуле

$$T_{\text{мех}} = N_{\text{маш - см}} / (n_{\text{маш}} t), \text{ дн.},$$

где  $N_{\text{маш - см}}$  – необходимое количество машино-смен (графа 8);

$n_{\text{маш}}$  – количество машин;

$t$  – количество смен в сутки (графа 10).

*График производства работ* – правая часть календарного плана – наглядно отображает ход работ во времени, последовательность и увязку работ между собой.

*Сетевой график* – это графическое изображение комплекса работ, отражающее технологическую последовательность работ в их взаимосвязи. Сетевой график является моделью технологического процесса реконструкции здания, сооружения или комплекса зданий. Сетевые графики имеют значительное преимущество перед линейными. В сетевом графике четко выявляются взаимосвязи между отдельными работами, четко определяется, какая работа обязательно должна быть выполнена до начала следующей и сколько на это нужно времени. По сетевому графику всегда видно, от каких работ зависит продолжительность строительства, и можно определить, каким образом отклонения от графика отразятся на выполнении последующих работ.

### ***2.2.3. Строительные генеральные планы***

*Строительный генеральный план (стройгенплан)* – план участка строительства, на котором показано расположение строящихся объектов, расстановки монтажных грузоподъемных механизмов, прочих объектов строительного хозяйства; склады строительных материалов и конструкций, бетонные и растворные узлы, временные дороги, временные помещения, сети временного водоснабжения, энергоснабжения. В зависимости от охватываемой площади и степени детализации строительный генеральный план может быть объектным (в ППР) или общеплощадочным (в ПОС).

Общеплощадочный стройгенплан охватывает только строительную площадку, но включает все ее объекты. Он состоит из графической части и пояснительной записки, где обосновываются решения графической части.

Составление объектного стройгенплана обычно начинают с выбора грузоподъемных (монтажных) машин и механизмов, рационального их размещения. На основании этого устанавливаются места складирования сборных конструкций и стройматериалов, размещаются внутриобъектные дороги.

Для ППР установлены только рекомендуемые показатели: объемы и продолжительность СМР, их себестоимость по сравнению со сметной, уровень механизации и затраты труда на  $1 \text{ м}^3$  объема и  $1 \text{ м}^2$  площади здания.

Технологическая карта состоит из следующих разделов:

область применения;

общие положения;

организация и технология выполнения работ;

требования к качеству работ;

потребность в материально-технических ресурсах;

техника безопасности и охрана труда;

технико-экономические показатели.

### **2.3. Методика составления технологических карт на строительные-монтажные работы в составе проектов производства работ**

#### ***2.3.1. Общие положения***

Технологические карты используются в составе:

проекта производства работ – на возведение здания, сооружения или его части;

на выполнение отдельных видов работ – геодезических, земляных, свайных, каменных, монтажных, бетонных, кровельных, отделочных, устройства полов;

на работы подготовительного периода строительства.

В разделе приводится наименование технологического процесса, типа здания или сооружения, конструктивного элемента или части здания, для которых разрабатывается данная технологическая карта.

Указывается, что технологическая карта предназначена для реконструкции, капитального или текущего ремонта.

Приводятся объемы работ, при которых следует применять данную карту.

### 2.3.2. Организация и технология выполнения работ

Раздел подразделяется, как правило, на подразделы: *подготовительные, основные и заключительные работы.*

В подразделе «Подготовительные работы» сообщается, какие проектные, технологические и разрешительные документы необходимы для выполнения работ, как должна быть произведена комплектация строительных материалов и изделий, как выбраны строительные машины, технологическое оборудование и оснастка, как организуются строительная площадка и рабочие места.

В подразделе «Основные работы» указывается, как технологии строительных работ подразделяются на технологические процессы, а процессы – на операции, производится их описание. Основные данные о технологическом процессе приводятся в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Технологический процесс

Наименование и последовательность технологических операций	Объем работ, м <sup>2</sup> , м <sup>3</sup> , кг и т. п.	Наименование машин. оборудования, инструмента, затраты времени, маш-ч	Наименование строительных материалов и деталей, потребность, кг, м, м <sup>3</sup> и т. п.	Наименование рабочих, затраты труда, чел-ч
1	2	3	4	5

В подразделе «Заключительные работы» приводятся работы, которые выполняются после основных работ: демонтаж технологического оборудования, уборка восстановление и обустройство территории.

### 2.3.3. Требования к качеству работ

В разделе приводятся контролируемые параметры технологического процесса операций (операции контроля).

Контроль качества, предусматриваемый в технологической карте, состоит:

из входного контроля проектной и технологической документации; входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций;

операционного контроля технологического процесса;

приемочного контроля качества работ, смонтированных конструкций и оборудования, построенных зданий и сооружений;

оформления результатов контроля качества и приемки работ.

Основные данные и параметры, необходимые для контроля, приводятся в таблицах. Например, для операционного контроля технологического процесса составляется табл. 2.3.

Таблица 2.3

Операционный контроль технологического процесса

Наименование технологических процессов и их операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
1	2	3	4

### 2.3.4. Потребность в материально-технических ресурсах

В этот раздел карты включаются:

перечень машин и технологического оборудования;

перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;

перечень материалов и изделий.

Машины и технологическое оборудование выбираются путем сравнения вариантов механизации строительных (технологических) процессов.

В перечне, заносимом в табл. 2.4, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество машин и оборудования для выполнения технологического процесса на звено или бригаду.

Таблица 2.4

Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
1	2	3	4

В перечне табл. 2.5 указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество технологической оснастки, инструмента, инвентаря.

Потребность в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяется по рабочей документации с учетом действующих норм расхода материалов в строительстве.

Таблица 2.5

Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
1	2	3	4

Результаты расчета потребности в материалах и изделиях приводятся в табл. 2.6.

## Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
1	2	3	4	5

**2.3.5. Техника безопасности и охрана труда**

Раздел должен содержать правила, решения и мероприятия, способствующие соблюдению требований технических регламентов в строительстве, предусматривающих безопасность.

Раздел в целом базируется на требованиях нормативных документов по безопасности труда и должен содержать:

- перечень опасных производственных факторов;
- решения по охране труда и технике безопасности, приемы безопасной работы;
- схемы производства работ с указанием опасных зон;
- правила безопасной эксплуатации машин;
- мероприятия по предупреждению поражения электротоком;
- мероприятия по ограничению опасных зон вблизи мест перемещения грузов кранами.

Раздел по охране окружающей среды должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- мероприятия по экологически безопасной эксплуатации машин и механизмов;
- экологические требования к производству работ;
- мероприятия по сбору, удалению или переработке строительных отходов.

Раздел по пожарной безопасности базируется на требованиях нормативных документов и содержит:

- решения по количеству въездов на строительную площадку;



мероприятия по эвакуации рабочих с лесов и высотных сооружений;

решения по складированию горючих материалов;

схемы эвакуации работающих в случае возникновения пожара.

### **2.3.6. Техничко-экономические показатели**

В разделе приводятся:

продолжительность выполнения работ;

затраты труда и машинного времени;

калькуляция затрат труда и машинного времени;

график производства работ;

сметные расчеты затрат.

### **2.3.7. Порядок разработки и утверждения технологической карты**

Технологическая карта разрабатывается собственными силами строительной организации или, по ее заказу, одной из проектно-технологических организаций.

Технологическая карта утверждается главным инженером (руководителем) строительной организации. Компонка листа технологической карты представлена на рис. 2.6.



Рис. 2.6. Компонка листа технологической карты

## **Глава 3. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ**

### **3.1. Основные виды и методы реконструкции зданий и сооружений**

*Реконструкция* – это комплекс технических мероприятий, направленных на переустройство объектов основного, вспомогательного и обслуживающего назначения с целью увеличения производственных мощностей в более короткие сроки по сравнению с новым строительством, позволяющий временно устранить или снизить моральный износ здания.

Реконструкция зданий представляет собой их переустройство с изменением назначения, внутреннего или внешнего вида. При реконструкции здания, кроме работ по капитальному ремонту, выполняются работы, связанные с новым строительством. Вместе с тем при капитальном ремонте и реконструкции могут выполняться однотипные работы, например, замена отдельных несущих конструкций. Однако следует правильно квалифицировать те или иные работы: либо капитальный ремонт, либо реконструкция здания.

При реконструкции производственные корпуса приводятся в соответствие с новой, более современной технологией и все строительные работы направлены на выполнение повышенных технологических, технических и эксплуатационных требований.

Организация строительного производства при реконструкции зданий и сооружений в сравнении с организацией работ при новом строительстве имеет особенности:

разнородность, рассредоточенность и мелкообъемность выполняемых работ;

выполнение комплекса работ, не присущих новому строительству (усиление конструкций, замена отдельных конструктивных элементов, их монтаж и т. п.);

стесненные условия строительной площадки, причем фактор стесненности оказывает решающее воздействие на общую схему организации работ.

Основные направления реконструкции зданий, по классификации Г.М. Бадьина и В.В. Верстова, можно условно подразделить на три группы:

реконструкция зданий в пределах существующих площадей (усиление конструкций каркаса, замена элементов конструкций);

реконструкция со значительным увеличением площадей зданий, удлинением и пристройкой новых пролетов, созданием нового сблокированного здания (увеличение габаритов здания, его высоты за счет наращивания и подращивания);

реконструкция с возведением нового всеобъемлющего здания (усиление, замена несущих конструкций и кранового оборудования, увеличение высоты здания), рис. 3.1, взамен старого.

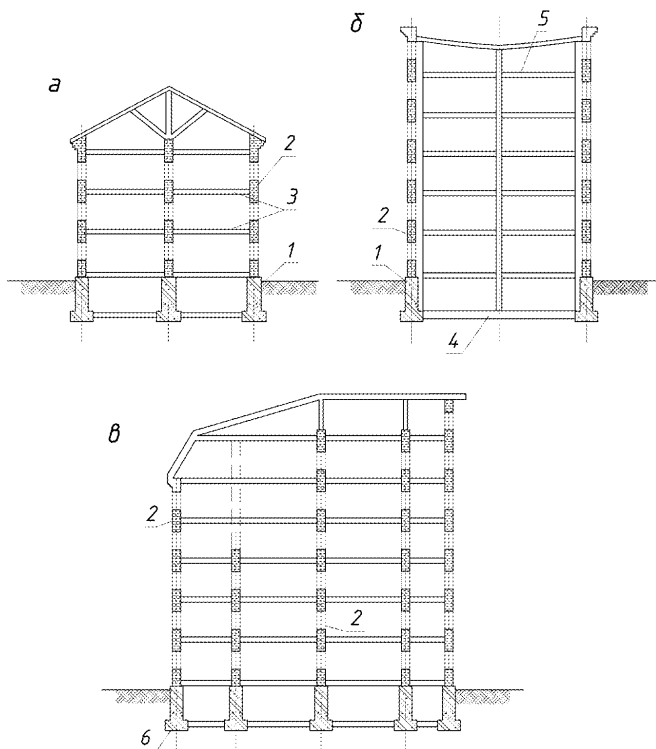


Рис. 3.1. Конструктивно-технологические варианты реконструкции зданий:  
*а* – с сохранением конструктивной схемы; *б* – с изменением конструктивной схемы и надстройкой этажа; *в* – с изменением конструктивной схемы, надстройкой этажей и пристройкой объемов;  
*1* – существующий фундамент; *2* – стены; *3* – сменяемые конструкции;  
*4* – монолитная плита фундамента; *5* – встроенный монолитный или сборный каркас; *6* – фундаменты пристраиваемых объемов

Основным конструктивно-технологическим приемом реконструкции зданий без изменения расчетной схемы является сохранение несменяемых конструкций наружных и внутренних стен, лестничных клеток с устройством перекрытий повышенной капитальности (рис. 3.2).

1	Монтаж нового, более тяжелого оборудования в многоэтажном здании	Усиление плит перекрытия, других элементов каркаса (колонн, фундаментов)
2	Замена существующего мостового крана на кран с большей грузоподъемностью	Усиление подкрановых балок и колонн, фундаментов, замена несущих конструкций покрытия

Рис. 3.2. Реконструкция зданий в пределах существующих площадей без изменения объемно-планировочных параметров

При значительной степени износа внутренних стен в результате частых перепланировок с устройством дополнительных проемов, переносом вентиляционных каналов и т. п. при реконструкции монтируются встроенные системы с сохранением только наружных стен как несущих и ограждающих конструкций.

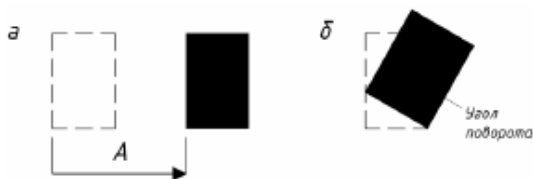
Реконструкция с изменением строительного объема предусматривает устройство встроенных несменяемых систем с самостоятельными фундаментами. Это обстоятельство позволяет осуществлять надстройку зданий несколькими этажами. При этом конструкции наружных и в ряде случаев – внутренних стен освобождаются от нагрузок вышележащих этажей и превращаются в самонесущие ограждающие элементы.

При реконструкции с уширением здания возможны конструктивно-технологические варианты частичного использования существующих фундаментов и стен в качестве несущих с перераспределением нагрузок от надстраиваемых этажей на выносные элементы зданий.

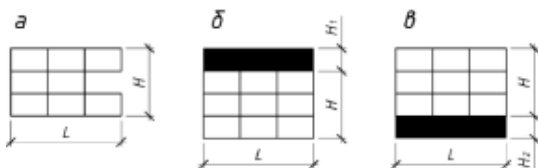
Реконструкция зданий поздней постройки (1930–40-е годы) проектировалась с учетом простой конфигурации домов секционного типа, наличия перекрытий из мелкоштучных железобетонных плит или деревянных по балкам, а также меньшей толщины наружных стен. Основными приемами реконструкции являлись: пристройка лифтовых шахт и других малых объемов в виде эркеров и вставок, надстройка этажей и мансард, устройство выносных малоэтажных пристроек административного, коммерческого или хозяйственного назначения.

Работы выполняются без изменения объемно-планировочных параметров производственного здания, при этом вспомогательные площади могут быть увеличены за счет надстройки существующих административно-бытовых зданий или дополнительных пристроек к производственному зданию (рис. 3.3).

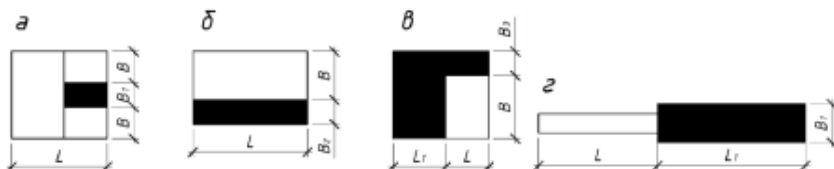
### 1. Передвижка здания



### 2. Увеличение этажности



### 3. Увеличение общих размеров здания



### 4. Блокировка здания

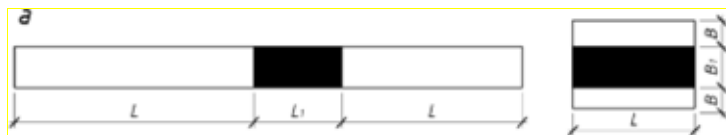


Рис. 3.3. Виды реконструкции производственных сооружений:

- 1 – передвижка сооружения: а – параллельная передвижка; б – поворот здания;  
 2 – увеличение этажности: а – существующее сооружение; б – надстройка одного этажа; в – подстройка двух этажей; 3 – увеличение общих размеров:  
 а – застройка внутреннего двора; б – пристройка пролета; в – застройка существующего сооружения с двух сторон; г – пристройка к торцевой стене;  
 4 – блокировка: а – застройка между торцами сооружения; б – застройка между продольными сторонами

Реконструкция, связанная с изменениями объемно-планировочных параметров здания (высоты этажа, пролета и шага несущих конструкций), диктуется непосредственно условиями новой технологии. При реконструкции здания приходится изменять высоту этажа (например, при монтаже нового кранового оборудования) или увеличивать один из пролетов здания (для установки нового оборудования), что приводит к росту объема здания и производственных площадей (см. рис. 3.3). Осуществление этих работ требует остановки производства.

Реконструкция предприятий при значительном моральном и физическом износе сопровождается коренной перестройкой отдельных корпусов методом «шатра». Над существующим производственным зданием без остановки основного производства возводится новый корпус. После полного завершения работ по возведению нового здания старое здание разбирается.

Иногда способ производства строительных работ обуславливает увеличение объемно-планировочных параметров. Замену наружной стены одного из пролетов производственного здания можно выполнить без остановки основного производства. Вначале на некотором расстоянии от существующей возводится новая стена. Далее над существующим покрытием устраивается покрытие и монтируется кран-балка или мостовой кран. Потом производится разборка старых конструкций с использованием вновь смонтированной кран-балки.

Если при реконструкции действующих предприятий существующее производственное здание становится помехой, то технически возможно и экономически целесообразно не разбирать здание, а выполнить его передвижку. Передвижку здания с любой конструктивной схемой несущего остова можно осуществить на большие расстояния, при этом объемно-планировочные параметры при желании можно изменить или сохранить.

Затраты на такую работу обычно не превышают 60–70 % стоимости вновь возведенного здания тех же размеров и конструкций, даже если здание имеет серьезные дефекты несущих конструкций.

Передвижка может осуществляться как параллельно своему первоначальному положению, так и путем поворота всего здания относительно любой его точки (см. рис. 3.3).

Надстройка многоэтажных зданий на один-два этажа, т. е. реконструкция с увеличением этажности здания, выполняется с целью

увеличения площадей различного назначения. Дополнительную нагрузку от надстройки можно передать на существующие фундаменты без их усиления в случае увеличения несущей способности фундаментов старого здания вследствие уплотнения грунтов. Для исключения усиления несущих конструкций надземной части здания применяются облегченные строительные конструкции для надстраиваемых этажей.

Для зданий с большим объемом строительно-монтажных работ по усилению фундамента и других несущих конструкций при надстройке этажей применяется метод подстройки, т. е. производится подъем всего здания на определенную высоту, под ним возводятся фундамент и один-два этажа с несущими конструкциями.

Реконструкция с увеличением общих размеров и конфигурации здания выполняется следующими методами (см. рис. 3.3):

реконструкция с застройкой внутренних дворов;

пристройкой строений с двух-трех сторон сохраняемого здания (для одноэтажных зданий);

снижение естественного освещения и аэрации здания.

Реконструкция с блокировкой зданий производится для увеличения площадей и технологической связи отдельных корпусов путем застройки разрыва между продольными сторонами параллельно стоящих корпусов или выполнения вставки между торцовыми стенами двух корпусов, стоящих на одной оси (см. рис. 3.3).

В подготовительный период непосредственно перед началом работ по реконструкции выполняются научно-исследовательские работы (сбор технической документации, техническое обследование конструкций, выполнение поверочных статических и теплотехнических расчетов конструкций) и разрабатывается проектно-сметная документация.

### **3.2. Особые виды реконструкции зданий**

Общестроительные работы при реконструкции зданий, включающие пристройку, встройку и надстройку зданий, относятся к особым видам, так как их проведение возможно только с разрешения городской администрации.

Надстройка здания является одним из сложных и ответственных конструктивно-технологических решений при реконструкции лю-

бого объекта, так как требует детального обследования технического состояния всех несущих конструкций.

В практике реконструкции зданий (сооружений) с выполнением надстройки существуют три варианта:

- 1) устройство мансард;
- 2) надстройка нескольких этажей (на существующих конструкциях или автономных);
- 3) надстройка небольших помещений на части эксплуатируемой крыши.

Если в здании была довольно высокая скатная крыша, то ее можно заменить двухуровневой мансардой. Наиболее сложным вариантом ввиду серьезной нагрузки на старые стены домов и сильного изменения облика здания является надстройка мансарды с дополнительным этажом. Если в старом здании слабые стены и фундаменты, а их усиление не дает никакого эффекта для надстройки, то устраиваются дополнительные фундаменты. Их сооружают с большой осторожностью и без динамических нагрузок. При невозможности изменить образ дома на эти фундаменты устанавливаются колонны внутри объема. На высоких опорах достраивают новое здание с организацией входа через старое. В этом случае устраиваются новые монолитные перекрытия и новая лестница с учетом противопожарных норм. В ряде случаев при повышении этажности необходимо устраивать лифт.

В мансарде можно устраивать террасы путем подрезки крыши и отступа новой стены от линии старой. Конструкции стропильных элементов мансарды выполняются в любом варианте: дерево, железобетон, металл. Примеры решения мансард представлены на рис. 3.4.

На рис. 3.5 приведены конструктивные узлы устройства мансардных этажей.

В практике надстройки зданий с плоскими крышами встречаются варианты, когда на них сооружаются небольшие помещения, что вызывает необходимость усиления перекрытия над последним этажом и создания условий для эксплуатации крыши.

Опыт строительства мансард выявил ряд недостатков. Стоимость  $1 \text{ м}^2$  вновь возводимого жилья в мансардах в большинстве своем была выше стоимости жилой площади в новых домах.



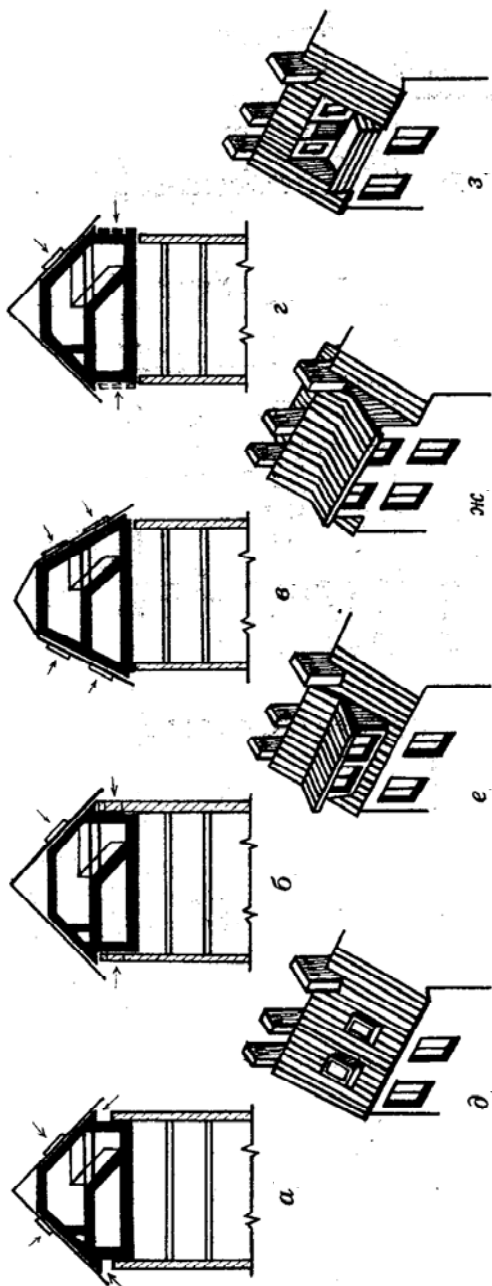


Рис. 3.4. Варианты устройства мансарды с квартирами в двух уровнях:

*а* – устройство мансарды над техническим этажом; *б* – превращение верхнего этажа в первый уровень квартиры и надстройкой уровня для спальной зоны; *в* – размещение в мансарде новой квартиры с двумя уровнями под высокой крышей; *г* – надстройка в здании этажа и мансарды для новой квартиры.

Варианты устройства мансард и примеры размещения оконных проемов в зданиях с мансардами:

*д* – окна в плоскости крыши; *е* – вертикальные окна с выдвижением оконной коробки в плоскости крыши; *ж* – то же с наращиванием стены здания; *з* – то же с задвинутой оконной коробкой в глубину помещения и устройством балкона

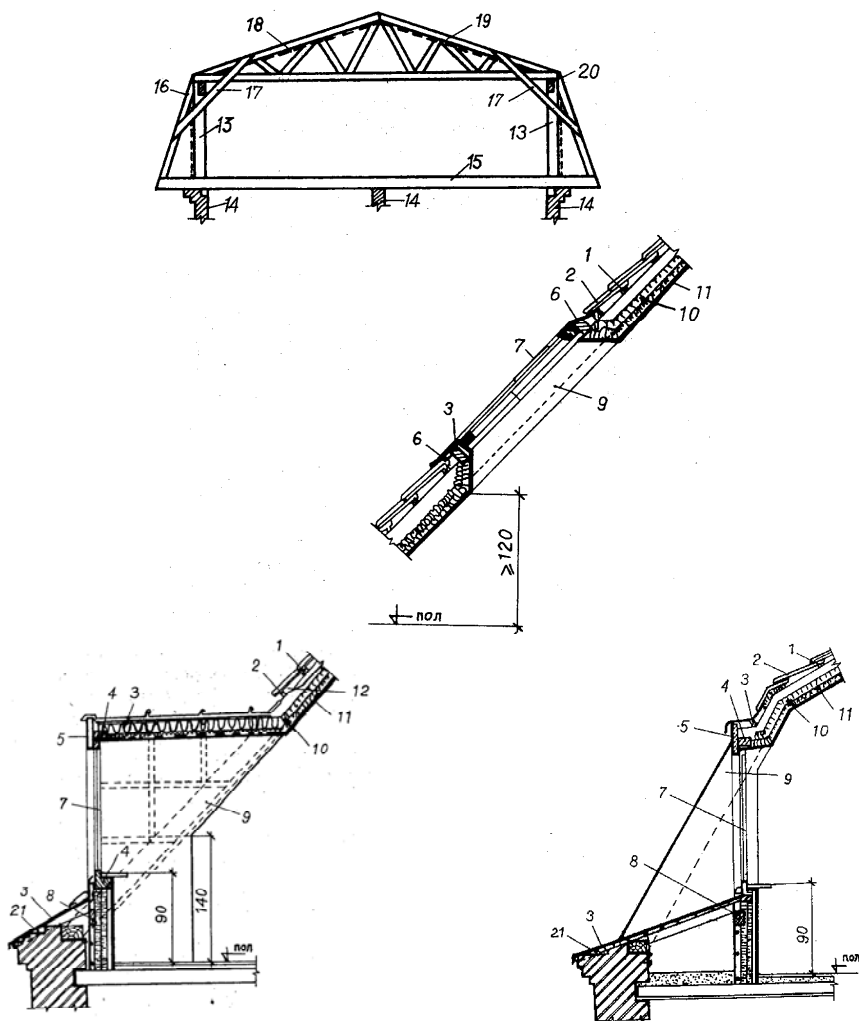


Рис. 3.5. Конструктивная схема рамы для устройства мансарды с пролетом 12 м и ее ограждающие конструкции:

1 – обрешетка; 2 – черепица; 3 – стальная кровля; 4 – черная коробка; 5 – лобовая доска с облицовкой; 6 – уплотнительная прокладка; 7 – оконный блок; 8 – опорный брусок; 9 – стропильная нога; 10 – утеплитель; 11 – плиты отделочного слоя; 12 – отверстия для проветривания подкрышного пространства; 13 – стойки; 14 – стены существующего здания; 15 – балка перекрытия, одновременно являющаяся затяжкой рамы; 16 – подкосы-стропила; 17 – подкосы рамы; 18 – диагональные доски; 19 – форма покрытия; 20 – прогон; 21 – кобылка

Мансардное строительство получило развитие в Минске и других городах: возводятся мансардные этажи с несущими элементами из дерева, металла, бетона и мелкоштучных материалов. Имеется ряд проектных наработок с различными конструктивными схемами. Кроме надстройки мансардных этажей в республике предприняты попытки реконструкции зданий с уширением корпуса. Более радикальные варианты реконструкции жилых домов крупнопанельного домостроения (КПД) в республике пока не применялись.

В перечень работ по реконструкции 4–5-этажных крупнопанельных и других жилых домов, возведенных по типовым проектам из сборных железобетонных конструкций заводского изготовления, включались мероприятия по утеплению стен, улучшению звукоизоляции, модернизации инженерных систем.

По степени радикальности преобразований можно выделить несколько укрупненных организационно-технических направлений реконструкции с улучшением потребительских качеств домов и квартир:

- перепланировка мест общего пользования и квартир как без увеличения, так и с увеличением общей площади;
- увеличение размеров квартир за счет пристройки эркеров, расширения балконов, лоджий;
- надстройка дополнительного мансардного этажа;
- пристройка дополнительного пролета вдоль здания или в торцах для организации обслуживания;
- улучшение, наряду с утеплением наружных стен, внешнего облика жилых зданий.

Распространенным приемом обновления жилых крупнопанельных домов является увеличение размеров квартир и отдельных помещений за счет пристройки к ним дополнительных объемов для более просторных входов, лестничных клеток, расширения габаритов небольших кухонь.

Модернизация фасадов, перепланировка квартир, надстройка мансардных этажей обеспечивают обновление жилища без увеличения площади застройки здания, что определяет широкую область применения этих приемов.

Важнейшим выводом, вытекающим из анализа отечественной и зарубежной практики реконструкции жилищного фонда индустриальной застройки прошлого века, является то, что этот фонд

после комплекса ремонтно-реконструируемых мероприятий приобретает современные потребительские качества и значительный ресурс для длительной его эксплуатации.

Для городов Беларуси снос зданий осуществляется довольно редко, так как этому препятствуют такие факторы, как повышенный спрос на жилье, экономические возможности страны, тенденции постоянного роста численности городского населения и ряд других социальных вопросов.

Не случайно Совет Министров Республики Беларусь своим постановлением от 17.01.2003 г. № 45, п. 10 признал целесообразным производить тепловую модернизацию и реконструкцию жилищного фонда, как правило, жилыми массивами (кварталами, микрорайонами) городов, обеспечив при этом предварительную оценку технико-экономических показателей различных вариантов тепловой модернизации и реконструкции, выбор наиболее эффективных проектных решений и создание зон энергоэффективной эксплуатации жилья.

Примеры планировочных решений зданий с пристройкой новых объемов, апробированных в Российской Федерации, приведены на рис. 3.6–3.8.

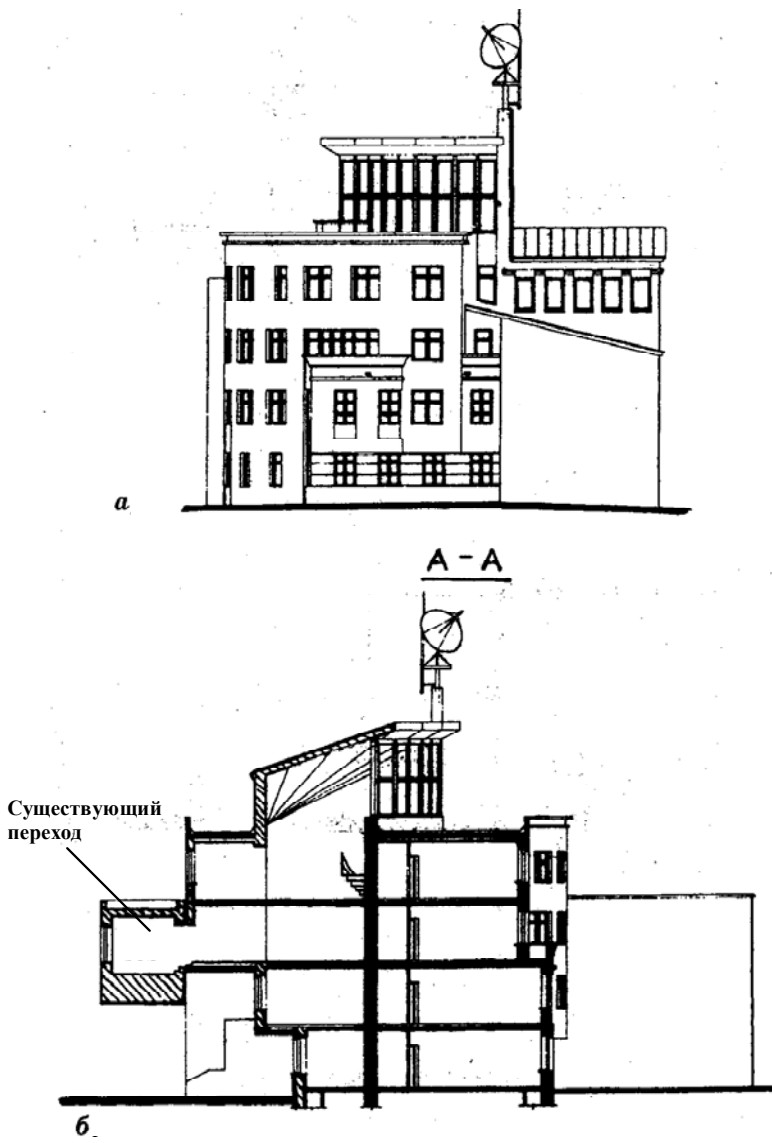


Рис. 3.6. Расширение школьного здания (пристройка нового объема):  
*а* – фасад здания; *б* – разрез здания

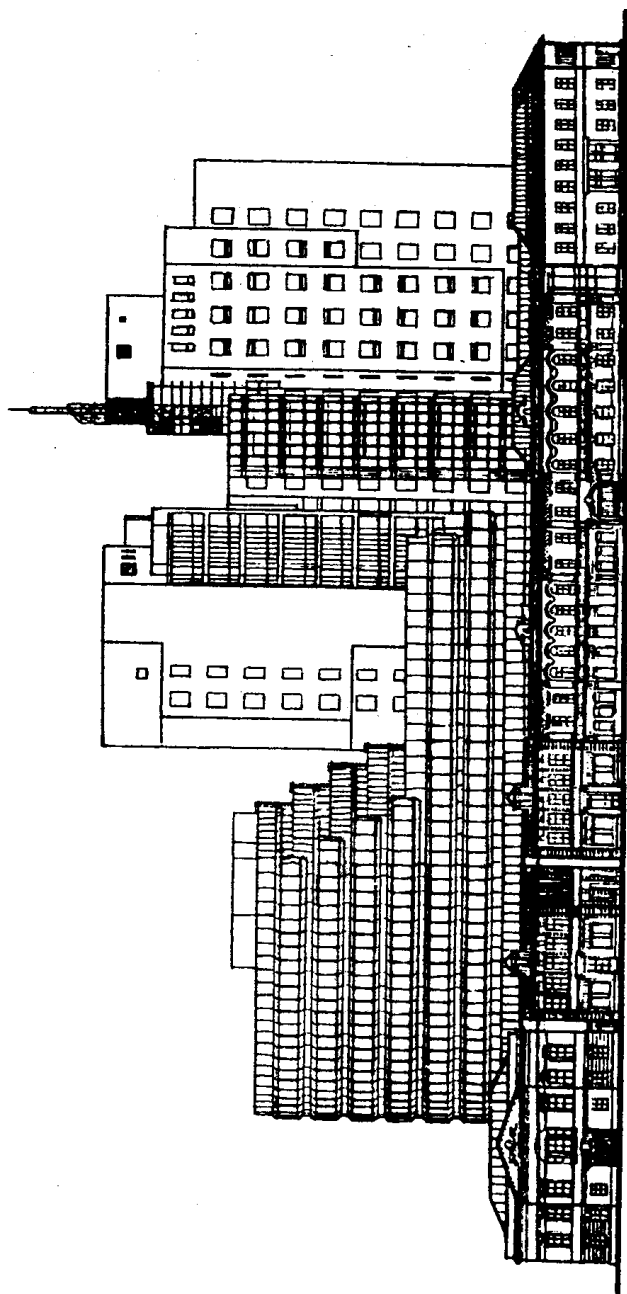


Рис. 3.7. Реконструкция исторического квартала с возведением делового комплекса

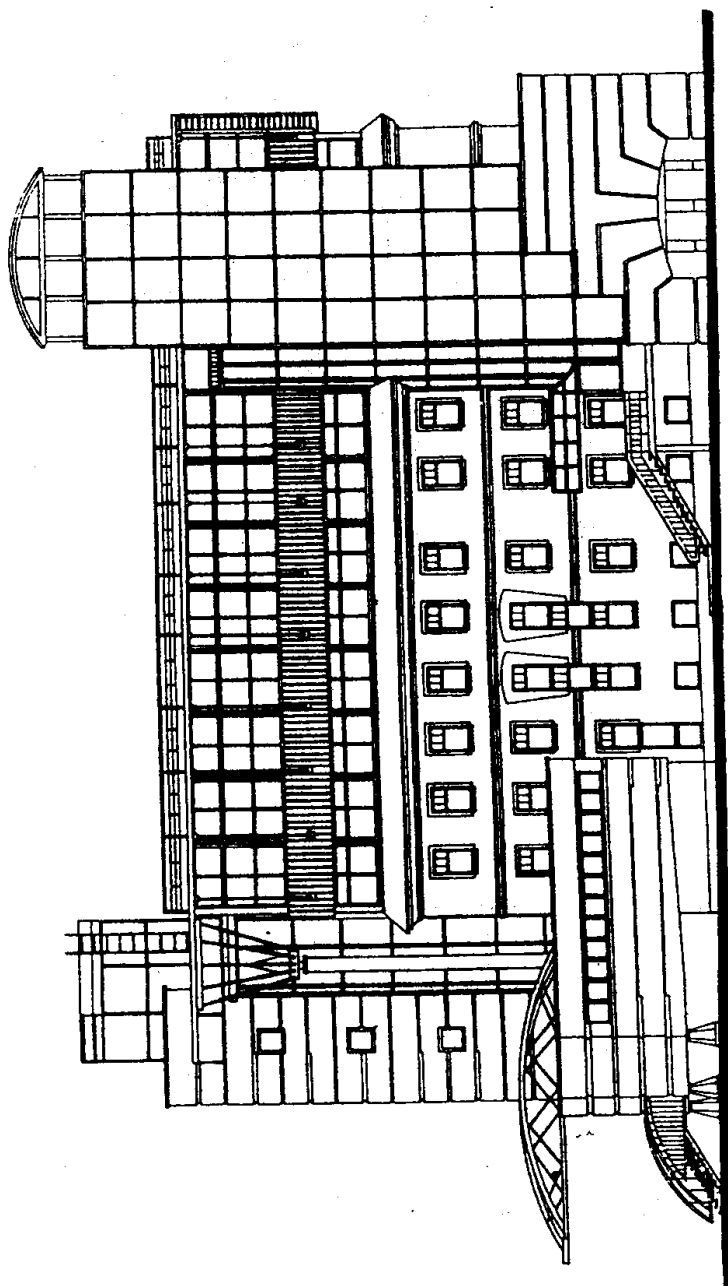


Рис. 3.8. Пример реконструкции промышленного здания под административное путем пристройки и надстройки нового объема

В зависимости от продолжительности эксплуатации зданий и сооружений назначается срок проведения капитального ремонта (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Расчетные сроки службы и капитальных ремонтов сооружений

Виды сооружений	Срок эксплуатации, лет	Срок проведения капремонта, лет	
		Нормальные условия	Сложные условиях
Одноэтажные	40	25	16
Двухэтажные	83	30	25
Многоэтажные	100	60	25
Промышленные	60	30	25

### 3.3. Основные виды и методы ремонта зданий и сооружений

Ремонт сооружений подразделяется на текущий и капитальный. *Текущий ремонт* бывает плановым (профилактическим) и непредвиденным (экстренный ликвидационный, в срочном порядке) и позволяет восстановить работоспособность отдельных элементов здания, повысить их технологичность.

*Капитальный ремонт* – это комплекс технических мероприятий, направленных на восстановление первоначальных эксплуатационных качеств как зданий и сооружений в целом, так и отдельных конструкций. Капитальный ремонт может быть выборочным и комплексным и относится к ремонтно-восстановительным работам, проведение которых позволяет восстановить работоспособность всего здания в целом.

Основные методы ремонта различных конструкций зданий, с позиции Г.М. Бадьина и В.В. Верстова, представлены на рис. 3.9.





Рис. 3.9. Методы реконструкции сооружений

### 3.4. Особенности производства работ при реконструкции

Характерными особенностями реконструкции являются:

стесненность стройплощадки;

высокие материалоемкость и трудоемкость строительного-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, связанный с разработкой, монтажом, установкой, креплением, монтажом оборудования и строительных конструкций.

Это обуславливает широкое применение ручного труда.

Производство строительного-монтажных работ при реконструкции действующих промышленных предприятий еще более сложно вследствие того, что эти работы во времени и пространстве совмещены с технологической деятельностью реконструируемого производства. Поскольку они проводятся в условиях сложившегося генерального плана предприятия, это нарушает нормальную организацию и технологию строительного-монтажных работ, затрудняет применение имеющихся средств механизации, усложняет организацию материально-технического снабжения. Для строительного-монтажных работ при реконструкции действующего предприятия характерны трудоемкость и индивидуальность (табл. 3.2).

## Факторы, влияющие на эффективность реконструкции

Характеристика	Влияющие факторы		Примечание
	Положительные	Отрицательные	
<p>1. Трудоемкость:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– снижение уровня механизации производственных процессов, увеличение объема работ, выполняемых вручную;</li> <li>– наиболее трудоемкими являются монтажные и демонтажные работы, разборка, разрушение конструкций и монолитных массивов, усиление существующих и устройство новых фундаментов в тесных условиях, прокладка подземных коммуникаций и устройство бетонных полов</li> </ul>	<p>1. Эксплуатация цехового грузоподъемного оборудования и внутризаводских транспортных коммуникаций строителями и производственниками</p>	<p>1. Насыщенность зоны реконструкции действующими технологическим оборудованием, инженерными сетями, подземными коммуникациями.</p> <p>2. Высокая плотность застройки территории предприятия.</p> <p>3. Повышенная опасность в зоне проведения работ (взрыво- и пожароопасность; превышение санитарно-гигиенических норм).</p> <p>4. Узость проездов внутризаводской автодорожной сети.</p> <p>5. Рассредоточенность реконструируемых объектов предприятия</p>	
<p>2. Индивидуальность</p>	<p>1. Недоступность элементов и конструкций реконструируемых здания и сооружений для детального обследования.</p> <p>2. Сложная конфигурация зданий и сооружения.</p> <p>3. Индивидуальность объемно-планировочных решений</p>		<p>Зачастую отсутствует требуемая номенклатура и специальные машины для работ по реконструкции в стесненных условиях</p>

## 3.5. Подготовительные работы при реконструкции

Реконструкция действующих предприятий требует решения множества задач, таких как:

- усиление (замена) существующих фундаментов;
- устройство новых фундаментов вблизи существующих и эксплуатируемых зданий без остановки расположенного в них технологического оборудования;
- примыкание к существующему зданию;
- устройство внутри эксплуатируемого здания фундаментов под новое оборудование или заглубление помещений;

строительство нового производственного здания или сооружения на месте снесенного старого, насыщенного надземными и подземными коммуникациями.

Условия 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 к началу работ при реконструкции зданий и сооружений включает:

- определение местонахождения существующих геодезических знаков;

- уточнение на месте размещения надземных и подземных коммуникаций;

- доставку необходимых для ведения работ машин, материалов, приспособлений;

- предотвращение повреждения конструкций, расположенных в местах производства работ;

  - разборку подлежащих сносу конструкций;

  - понижение уровня грунтовых вод.

- К мероприятиям, предупреждающим повреждение коммуникаций, расположенных вблизи мест производства работ, относятся:

  - усиление подземных коммуникаций;

  - укрепление оснований под фундаментами существующих сооружений;

  - укрепление стен будущих котлованов.

Выбор экономически целесообразного варианта комплексной механизации осуществляется не для отдельных видов работ, а по

всему комплексу работ в целом по объекту или группе объектов. Такой подход позволяет выбрать комплект машин, который включает в себя универсальные машины, способные выполнять несколько механизированных процессов в условиях реконструкции.

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 объекта.

### **3.6. Демонтаж, разборка и разрушение строительных конструкций**

В состав подготовительных работ при реконструкции входят следующие:

разборка зданий и удаление конструктивных элементов;

высвобождение и расчистка места строительства с последующей вывозкой непригодных конструкций, строительных отходов на специально отведенные для этого места;

складирование на площадке годных для дальнейшего использования материалов и конструкций.

В процессе разборки зданий осуществляются работы по демонтажу, разборке, частичному и полному разрушению конструкций.

*Демонтаж строительной конструкции* – механизированный процесс по ее удалению в неразрушенном виде с использованием грузоподъемных, такелажных и транспортных средств. В процессе демонтажа конструкций производят частичное разрушение отдельных крепежных и связевых элементов.

*Разборка строительной конструкции* – процесс по частичному ее разрушению с целью членения на отдельные элементы и с последующей их вывозкой.

Разборка зданий может быть полной или частичной. Полная разборка зданий и их отдельных конструктивных элементов осуществляется при сносе или значительной реконструкции зданий и сооружений, частичная – при капитальном ремонте здания, его отдельных частей или секций.

В зависимости от вида здания, его конструктивных решений, наличия соответствующей техники, с учетом местоположения объекта определяется способ разборки.

До начала разборки производят обследование технического состояния здания и его конструкций с целью установления их фактического состояния, размеров, массы, способов соединения конструкций между собой, что влияет на выбор способов производства работ.

Работы по разборке и разрушению конструкций должны выполняться в строгом соответствии с разработанными ППР и технологическими картами с обязательным технико-экономическим обоснованием в каждом конкретном случае. На рис. 3.10 представлена схема последовательности разработки организационных решений по разборке зданий с учетом повторного использования конструкций и материалов.

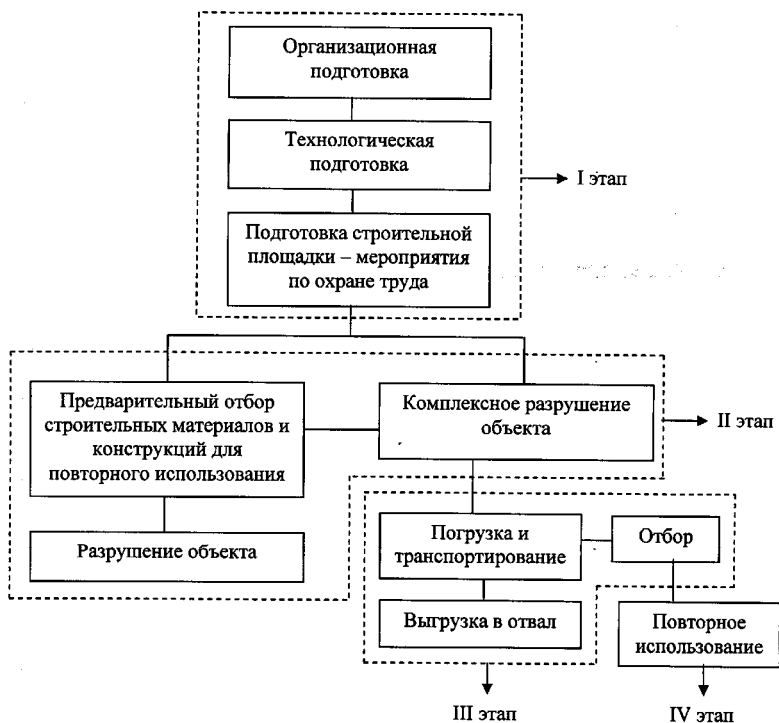


Рис. 3.10. Схема организации процессов разрушения конструкций:  
 I этап – подготовка; II этап – разрушение; III этап – удаление обломков;  
 IV этап – использование

Демонтаж и разборка зданий и сооружений могут осуществляться поэлементно или укрупненными блоками. Демонтаж конструкций здания выполняют в процессе их замены. При этом работы по демонтажу заменяемых и монтажу новых конструкций в большинстве ведут случаев одними и теми же монтажными машинами в рамках единого комплексного процесса (рис. 3.11).

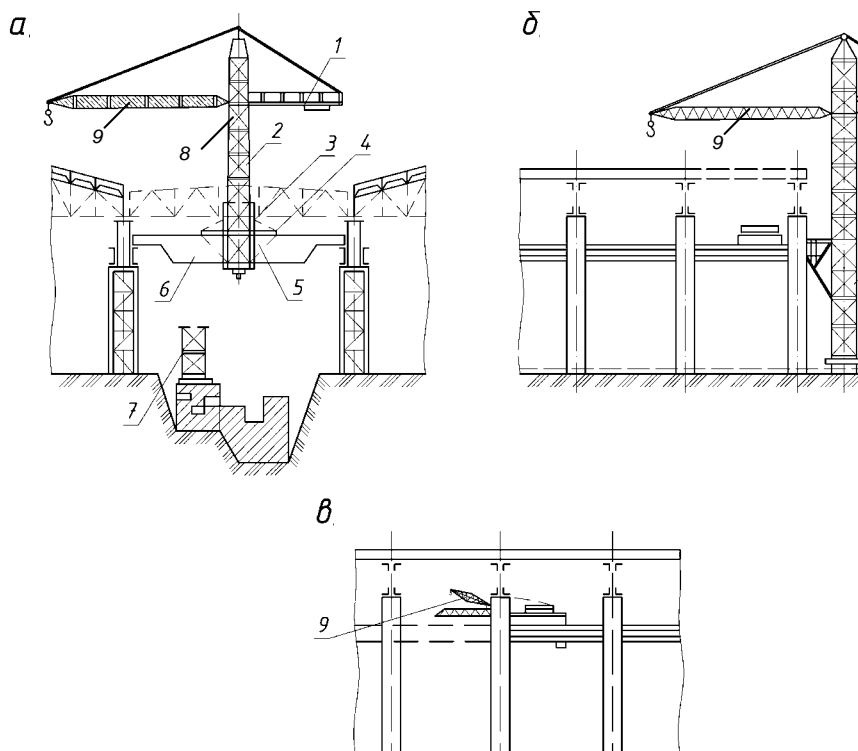


Рис. 3.11. Варианты использования мостовых кранов для монтажно-демонтажных работ:

- 1 – полноповоротная стрела; 2 – башня; 3 – обойма; 4 – кронштейны с ходовыми тележками; 5 – лебедка; 6 – мостовой кран; 7 – самоходный мост; 8 – переоборудованный башенный кран; 9 – монтажная стрела

Поэлементная разборка выполняется вручную или с применением средств малой механизации с максимальным выходом материа-

лов для их повторного использования. Вручную производят разборку отделочных, декоративных, деревянных и мелких металлических конструкций. Разборку кирпичных и бутобетонных конструкций вручную выполняют только при небольших объемах и при невозможности использования других способов.

Разборка укрупненными блоками позволяет сократить сроки работ в 1,5–3 раза, уменьшить их трудоемкость, повысить безопасность производства работ.

До начала работ по разборке необходимо наметить места разъединения конструкций в соответствии с поэлементной схемой их удаления, установить временные крепления конструкций.

Одноэтажные здания разбирают:

последовательным способом, включающим поэлементную разборку конструкций по всему зданию;

комплексным, при котором здание разбирают посекционно;

комбинированным, при котором многоэтажные здания разбирают поэтажно по отдельным секциям или по всей длине здания.

При разборке крыши сначала разбирают кровельное покрытие, а затем основные несущие элементы кровли. Конструкцию рулонной кровли, содержащей утеплитель, снимают одновременно с утеплителем. Работы должны вестись в поперечном направлении, начиная с самой высокой отметки кровли. Разбираемый материал следует опускать с помощью кранов в бадьях, по закрытым желобам.

Кровли из штучных, мелких материалов разбирают поэлементно в порядке, обратном их устройству, что позволяет сохранить до 80 % материала.

При замене колонн внутри действующих производственных зданий применяют метод демонтажа колонн поворотом вокруг шарнира с помощью лебедки (рис. 3.12).

При этом способе конструкцию покрытия опирают на временно устраиваемые опоры. После этого отсоединяют опорные узлы стропильных ферм от закладных деталей убираемой колонны. Закрепляют поворотный шарнир на демонтируемой колонне, что обеспечивает ее устойчивость после разрушения участка колонны вблизи фундамента. Затем на колонне закрепляют два подвижных блока полиспастов: один на верхнюю часть, другой ниже центра тяжести колонны. После срубки бетона оголовка (не менее 600 мм) и низа колонны между обоймами поворотного шарнира (не менее 400 мм),



срезки несущей арматуры колонну опускают с помощью полиспаста, присоединенного к верхней части. Другой полиспаст вступает в работу только после наклона колонны на  $30^\circ$  к горизонту.

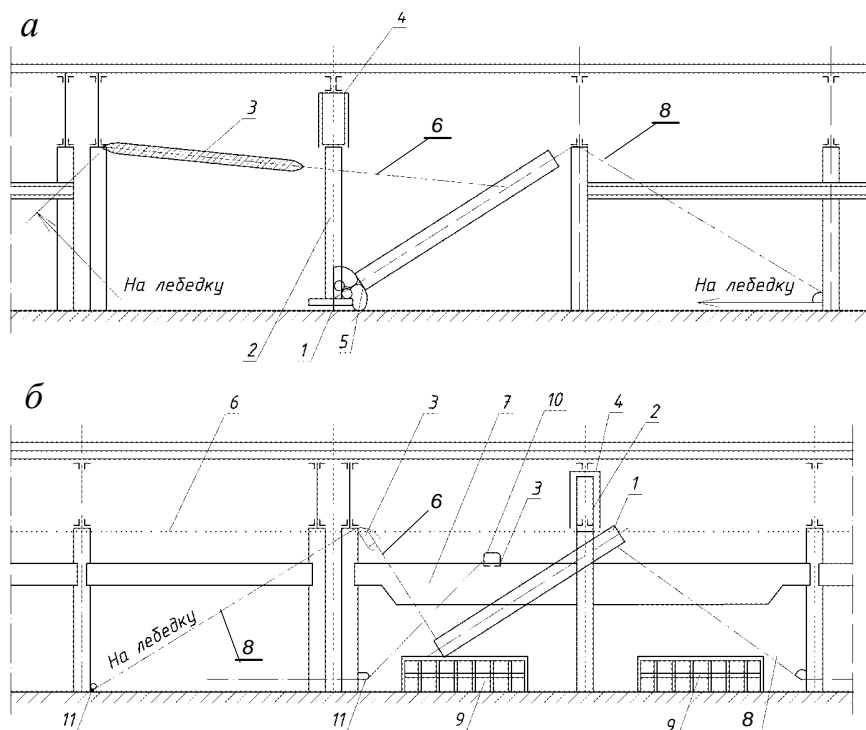


Рис. 3.12. Демонтаж железобетонных колонн:

*а* – методом поворота вокруг шарнира; *б* – лебедками;

1 – демontiруемая колонна; 2 – временная опора; 3 – полиспаст;

4 – опорный столик; 5 – поворотный шарнир; 6 – страховочный трос;

7 – подкрановая балка; 8 – оттяжной трос; 9 – шкальные клетки; 10 – ригель для крепления грузового полиспаста; 11 – отводные блоки

Железобетонные колонны демонтируют лебедками в том случае, когда работы внутри действующих цехов выполняются без демонтажа конструкций покрытия, а конструкции основного каркаса позволяют закрепить применяемую такелажную оснастку и воспринять дополнительные нагрузки, возникающие при демонтаже колонн и подкрановых балок.

Замену подкрановых балок на балки большего пролета при увеличении существующего шага колонн чаще всего осуществляют лебедками и полиспастами, неподвижные блоки которых закрепляют на несущих конструкциях каркаса, а также с помощью самоходных стреловых кранов (рис. 3.13).

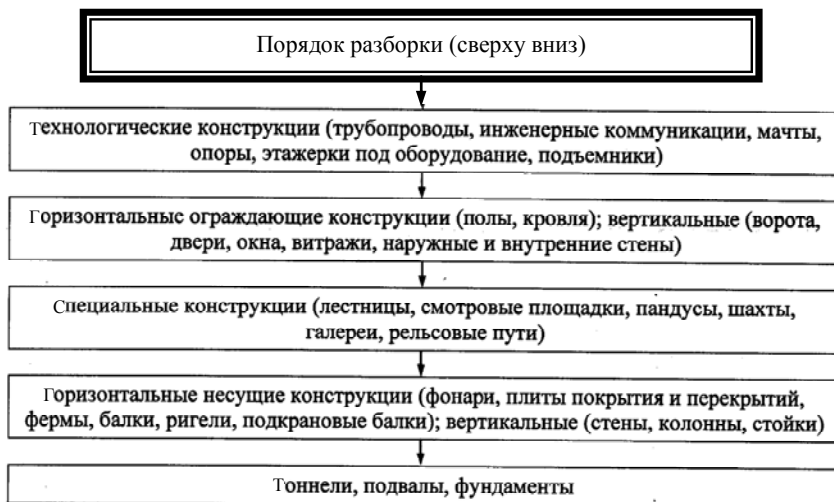


Рис. 3.13. Порядок разборки (сверху вниз)

На рис. 3.14 показан пример замены подкрановых балок через окна, устроенные путем разборки наружных стеновых панелей.

Железобетонные монолитные плоские или ребристые перекрытия разбираются с помощью отбойных молотков до полного их обрушения. В перекрытиях больших площадей между опорами пробивают борозды до оголения арматуры. Арматуру вырезают автогенном или сваркой, а затем элементы перекрытия обрушивают вниз.

Перекрытия по металлическим балкам с кирпичным заполнением в виде сводов разбирают поперек по отношению к блокам, участками шириной до 2 м и длиной по размеру перекрытия (рис. 3.15).

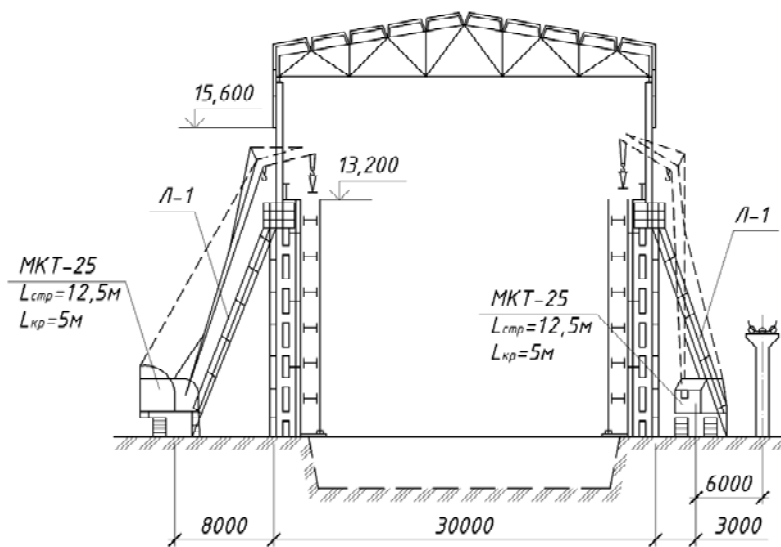


Рис. 3.14. Замена подкрановых балок в действующем цехе через оконные проемы

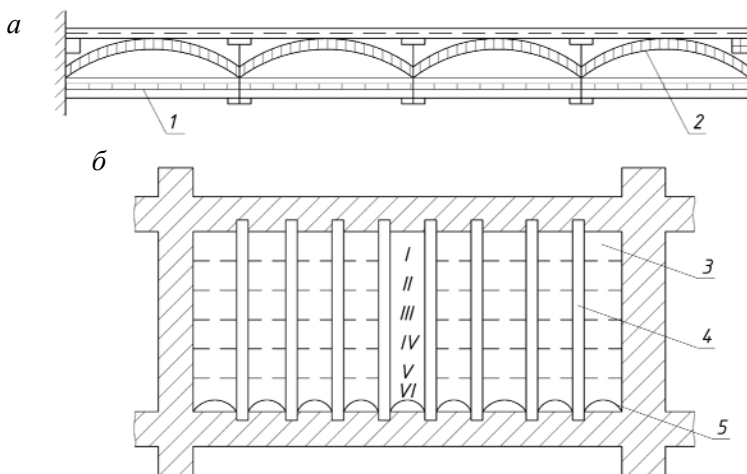


Рис. 3.15. Схема разборки сводов между стальными балками:  
 I–VI – очередность разборки сводов; а – расположение деревянных распорок между стальными балками; б – разборка сводов поперечными участками;  
 1 – деревянная распорка; 2 – кирпичный свод; 3 – поперечный участок разборки; 4 – стальная балка; 5 – свод

Сомкнутые, крестовые и купольные своды разбирают по кольцевым зонам шириной 250 мм от замка к пятам (рис. 3.16).

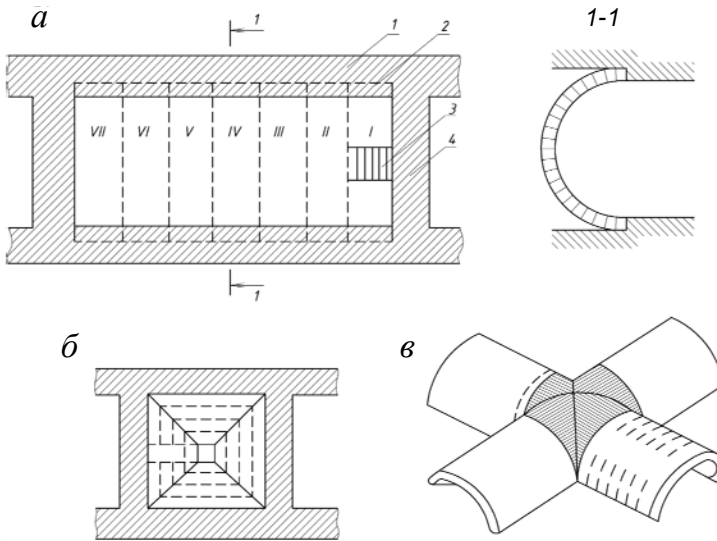


Рис. 3.16. Схема разборки цилиндрического (а), сомкнутого (б) и крестового (в) сводов:

I–VII – последовательность разборки по участкам; 1 – опорная стена; 2 – пята свода; 3 – начало разборки; 4 – торцевая стена

Кирпичные стены старых зданий, выложенные на известковом растворе, обычно легко разбираются по плоскостям отдельных кирпичей. Поэтому основная масса кирпичей может быть использована повторно.

Разборка кирпичной кладки на цементном или цементно-известковом растворе, в том числе сводчатых, производится с применением ручных машин (отбойные молотки, дискофрезерные машины) укрупненными блоками. Для строповки блоков используют специальные грузозахватные приспособления различных конструкций, придерживая при этом крупные блоки грузоподъемными машинами. Работы по разборке кирпичных стен должны вестись только с рабочих настилов из досок шириной до 80 см или лесов. Для этого применяют инвентарные трубчатые леса, которые крепят к разбираемой стене в соответствии с проектом на использование этих лесов.

По мере разборки стены удаляют проектные крепления и связи, обеспечивающие в процессе эксплуатации стены ее устойчивость, в соответствии с указаниями ППР.

Решение о разрушении зданий, сооружений или отдельных элементов принимается в связи с их крайним физическим износом (больше 60 %), а также вследствие сложности и высокой трудоемкости проведения работ по разборке или необходимости выполнения работ в минимальные сроки.

Строительные конструкции, подлежащие разрушению, подразделяются на полностью или частично разрушаемые.

При разборке монолитных кирпичных, бетонных и железобетонных массивов производится дробление материала на куски или расчленение этих конструкций на блоки или плиты для последующего использования средств разрушающего действия (рис. 3.17).

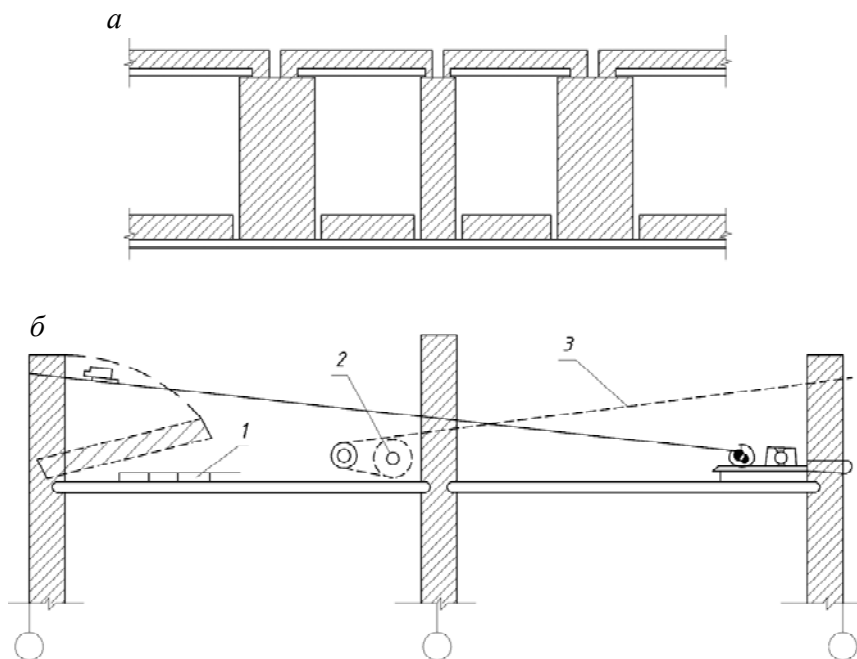


Рис. 3.17. Схема разборки стен:  
*а* – расчленение стен на блоки; *б* – разборка простенков способом «валки на щит»;  
*1* – щит; *2* – лебедка; *3* – трос

К средствам разрушающего действия относятся навесные клин- и шар-молоты, импульсные водометы, отбойные молотки, бетоноломы, навесные гидро- и пневмомолоты, клиновые раскалыватели, взрывчатые вещества, гидровзрыв, электрогидравлический эффект и др.

К средствам расчленяющего действия относят ручные сверлильные станки с алмазными кольцевыми сверлами, станки с алмазными отрезными дисками, гидравлическое устройство для срезки голов свай, электрические бороздоделы, кислородное копьё, газоструйное порошково-кислородное копьё, порошково-кислородный резак, реактивно-струйная горелка, установки плазменной резки и электродугового плавления и др.

Способ разрушения конструкций ударными нагрузками применяют для разрушения сводчатых кирпичных, бетонных и железобетонных перекрытий (с применением клина-молота), а также для разрушения кирпичных стен и перегородок (с применением шар-молота). Недостаток этого метода в том, что в результате больших динамических нагрузок, возникающих при подъеме, раскалывании и сбрасывании груза, происходит быстрый износ механизмов машин.

Использование съемных рабочих органов (манипуляторов), навешиваемых на гидравлический экскаватор, при разрушении сносимых зданий и сооружений позволяет вести работы более экономично и прогрессивно. В комплект сменных органов и оборудования входят специальная удлиненная стрела-рукоять и несколько разновидностей захватно-рычажных органов. Челюстной захват позволяет перекусывать стержни арматуры и другие металлические элементы.

Обрушение отдельных сооружений и конструкций, отсекая их от основной части зданий, выполняют с помощью бульдозеров и тракторов.

Взрывные работы могут выполняться для разрушения и дробления каменных, бетонных и железобетонных конструкций.

Разрушение фундаментов взрывом может производиться на открытых площадках и внутри помещений. Взрывание фундаментов внутри здания необходимо вести только «на рыхление».

Обрушение зданий и сооружений производится на их основание или в заданном направлении (направленное разрушение). В заданном направлении рекомендуется обрушать высотные сооружения и элементы (дымовые трубы, башни и т. п.), высота которых в четыре

раза и более превышает размер горизонтального сечения (на уровне вруба), измеряемый в направлении оси валки.

Принцип обрушения зданий и сооружений на их основание заключается в образовании взрывом сквозного подбоя по периметру здания или сооружения. В результате взрыва объект, падая на свое основание, разрушается. Высота развала обычно не превышает  $1/3$  высоты здания, а ширина развала в стороны за периметр здания –  $1/2$  высоты стен. Обрушение зданий и сооружений осуществляется зарядами в шпурах. При обрушении зданий на основание шпуры размещают в два ряда в шахматном порядке. Расстояние между шпурами в ряду  $0,8-1,4$  и между рядами  $0,75-1,0$  глубины шпура.

Гидровзрывной способ можно применять для разрушения конструкций коробчатой формы, резервуаров и т. п., а также кирпичной кладки, бетона и железобетона, находящихся на земле. Этот способ рекомендуется применять при необходимости достижения минимального радиуса разлета осколков. Его отличие от взрывного способа состоит в том, что свободное пространство в шпуре заполняется водой или глинистым раствором.

Термический способ разрушения монолитных конструкций основан на использовании высокотемпературного газового потока или электрической дуги. Термическую резку бетона или железобетона успешно осуществляют кислородным копьем. Принцип его действия заключается в плавлении бетона продуктами сгорания железа (труба и прутки) в струе кислорода, поступающего в сгораемую трубку в достаточном для горения количестве.

Электрогидравлический способ используют для разрушения монолитных бетонных и кирпичных массивов. Преимущество электрогидравлического способа заключается в увеличении производительности и отсутствии взрывной волны.

Гидроскалывание применяют для разрушения монолитных бетонных и кирпичных конструкций с помощью клиновых устройств с гидроцилиндрами. Клиновое устройство вставляется в заранее пробуренную скважину и с помощью гидроцилиндра приводится в действие. С помощью клина усилие, развиваемое гидроцилиндром, увеличивается в несколько раз. Разрушение происходит бесшумно и без разлета кусков. Небольшие габариты установки обеспечивают ее применение в стесненных условиях.

## Глава 4. РАБОТЫ НУЛЕВОГО ЦИКЛА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

### 4.1. Земляные и свайные работы

#### 4.1.1. Земляные работы

В условиях реконструкции зданий и сооружений малый объем работ, рассредоточенность объектов реконструкции, сложность переброски машин в условиях города, стесненность дворовых и производственных территорий с густой сетью подземных коммуникаций, наличие уплотненных грунтов высоких категорий с включениями строительного мусора, камней, металла чрезвычайно осложняют механизацию земляных работ.

Для разработки котлованов и траншей, колодцев и приемков, а также обратной засыпки и погрузки грунта в транспортные средства эффективны малогабаритные одноковшовые экскаваторы различной вместимости ковша, одноковшовые экскаваторы непрерывного действия, буровые машины на базе тракторов и микробульдозеры. Основной объем земляных работ при реконструкции выполняют универсальными одноковшовыми экскаваторами.

Вид экскавационного оборудования выбирают в зависимости от глубины котлованов и траншей, объема и группы грунта, наличия креплений стенок выемок, объемно-планировочных решений реконструируемых зданий и сооружений.

Габариты землеройных и транспортных машин должны соответствовать фронту работ (высоте первого этажа, сетке колонн, наличию установленного оборудования) и обеспечивать разработку максимальных объемов грунта механизированным способом.

Разработанный специально для нужд реконструкции электрогидравлический экскаватор предназначен для земляных и погрузочных работ внутри реконструируемых зданий, при углублении подвалов под встроенные помещения, отрывке траншей под фундаменты вновь возводимых внутренних стен, при отрывке приемков под установку фундаментов колонн.

Небольшие глубокие котлованы в особо стесненных условиях (вблизи фундаментов существующего оборудования, зданий и сооружений при глубине их заложения выше отметки дна устраиваемого котлована) разрабатывают в опускных колодцах.



При транспортировке грунта в стесненных условиях внутри действующих цехов, где нельзя применять автотранспорт, используют малогабаритные средства внутрицехового транспорта – мототележки, транспортеры, погрузчики.

Для погрузки, перемещения и обратной засыпки грунта, а также зачистки и планировки дна выемок в стесненных условиях (узких проездах, траншеях, котлованах внутри зданий) применяют микробульдозеры. В отдельных случаях, в зависимости от изменений условий производства работ, при разработке грунта целесообразно последовательно чередовать типы машин.

Засыпка грунта, выполняемая в стесненных условиях, производится микробульдозерами, фронтальными и грейферными погрузчиками, одноковшовыми экскаваторами с оборудованием погрузчика и грейфера, экскаваторами-планировщиками.

В условиях стесненности грунт рекомендуется уплотнять пневматическими и электрическими трамбовками, самопередвигающимися вибрационными плитами и отбойными молотками со специальными насадками и с помощью вибротрамбующих органов, выполненных как постоянное или сменное навесное оборудование к серийно выпускаемым кранам, тракторам и экскаваторам. В особо стесненных местах применяют электротрамбовки.

В стесненных условиях строительной площадки при возведении конструкций и сооружений нулевого цикла особое внимание уделяют устойчивости и способам крепления стенок котлованов и траншей, так как от этого зависит целостность близко расположенных участков пола и фундаментов, находящихся под нагрузкой. Котлованы и траншеи отрывают с вертикальными стенками, применяя инвентарные щиты, консольные, анкерные, подкосные, распорные крепления, выполненные из дерева, металла, железобетона и их комбинаций. В отдельных случаях для крепления стенок выемок применяют методы химического и термохимического закрепления грунтов, цементации, замораживания и др.

#### *4.1.2. Свайные работы*

Возведение многоэтажных зданий в стесненных условиях стройплощадки связано с необходимостью устройства свайных фундаментов в зонах примыкания к существующим зданиям и со-

оружениям. Надежность свайных фундаментов повышается при применении железобетонных свай заводского изготовления, так как погружение последних статическим вдавливанием обеспечивает сохранность стоящих рядом зданий при достижении высокой несущей способности свай. Однако при применении способа вдавливания при реконструкции выявляется наличие небезопасных динамических воздействий на существующие здания и сооружения при прохождении сваями плотных слоев грунта (осадки и выпор грунта).

Задача погружения свай или шпунта способом вдавливания в условиях плотной городской застройки эффективно решается применением технологии с использованием самоходных гидравлических установок и дополнительных технологических решений в виде предварительного рыхления грунта, устройства лидерных скважин шнековым буром и дополнительного статического пригруза установок.

Для предварительного рыхления может использоваться шнековый бур диаметром на 50 мм меньше длины стороны поперечного сечения погружаемой сваи, а глубина предварительного рыхления назначается в зависимости от отметки залегания плотных слоев грунта примерно на 1–2 м ниже кровли плотного слоя.

Лидерная скважина устраивается диаметром на 100 мм меньше стороны погружаемой сваи со скоростью вращения буровой колонны шнека при проходке плотных слоев грунта, не превышающей 0,8 об/с.

#### **4.2. Технология непрерывного полого шнека в условиях реконструкции**

Технология непрерывного полого шнека (CFA) – это бурение скважин для свай с помощью непрерывного полого шнека, что позволяет производить работы в различных грунтах – сухих, болотистых, рыхлых, плотных, в мягких горных породах. Сваи, изготовленные по данной технологии, совмещают в себе преимущества забивных и буронабивных свай. При производстве работ отсутствуют ударные воздействия и вибрация. Благодаря системе звукоизоляции, которой снабжено оборудование, достигается низкий уровень шума, что позволяет проводить буровые работы в центре города. Формирование свай осуществляется без выемки грунта, что позволяет выполнять работы в непосредственной близости к существующим сооружениям. Данная технология не требует использования

глинистого раствора, что позволяет избежать загрязнения строительной площадки, а также снижает количество грунта, извлеченного на поверхность, и уменьшает расходы по вывозу разработанного грунта. При помощи технологии CFA можно получить буронабивные сваи диаметром от 400 до 2000 мм и длиной до 40 м.

Технология CFA основана на использовании в качестве бура особого инструмента – полого шнека. Такой бур состоит из поллой трубы, на внешнюю сторону которой наварены спиральные лопасти, извлекающие отобранный грунт из скважины. В начале полого шнека устанавливается забурник. Он оснащен двумя спиралями и режущим инструментом, что позволяет облегчить прохождение через грунт. Торец шнека закупоривается специальной заглушкой, которая защищает полую часть шнека от попадания грязи. Сам шнек наращивается по мере заглубления бура в грунт. Конечная длина шнека зависит от требуемой глубины сваи. Пример забурника с заглушкой представлен на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Забурник полого шнека с заглушкой

При бурении грунт частично извлекается и одновременно происходит уплотнение боковой поверхности скважины, что увеличивает несущую способность сваи. Когда бур достигает заданной глубины, при помощи бетононасоса производится подача бетонной смеси в полость шнека. Создаваемое бетононасосом давление выдавливает специальную заглушку, и бетонная смесь табл. 4.1 попадает внутрь скважины,

при этом шнек поднимается с вращением или без, освобождая пространство в скважине. Таким образом осуществляется формирование тела сваи. За счёт того что подача бетона осуществляется под давлением, происходит дополнительное уплотнение стенок и забоя скважины и, как следствие, повышение несущей способности.

Таблица 4.1

Характеристики бетонной смеси для технологии CFA

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Содержание цемента	кг/м <sup>3</sup>	350–450
Фракция гравия (щебня)	мм	5–20
Фракция песка	мм	0,4–0,5
В/Ц	–	0,45
Осадка конуса	см	19–21

Скорости извлечения шнека и нагнетания бетонной смеси в скважину должны быть синхронизированы, поскольку их соотношение определяет среднюю площадь поперечного сечения сваи. При быстром извлечении шнека существует риск нарушения целостности ствола сваи, а при слишком медленном происходит избыточный расход бетонной смеси. С помощью современного бортового компьютера вычисляются следующие параметры: частота вращения шнека, создаваемый крутящий момент, скорость бурения, скорость нагнетания бетонной смеси и скорость извлечения шнека из грунта.

После заполнения скважины бетоном при помощи вибропогрузителя происходит погружение пространственного арматурного каркаса (рис. 4.2).

Работа буровых установок контролируется с помощью автоматизированных систем, базирующихся на измерении объема и давления закачки бетонной смеси. Стандартные автоматизированные системы позволяют измерять следующие параметры: время, глубину, развиваемое в гидросистеме давление, объем, давление закачки цементного раствора или бетонной смеси во время подачи в скважину. На экраны мониторов выводятся различные графики, отражающие состояние технологического процесса в режиме реального

времени, что позволяет оперативно вносить корректирующие изменения. Сведения в электронном виде могут храниться для дальнейшего использования, обработки и интерпретации.

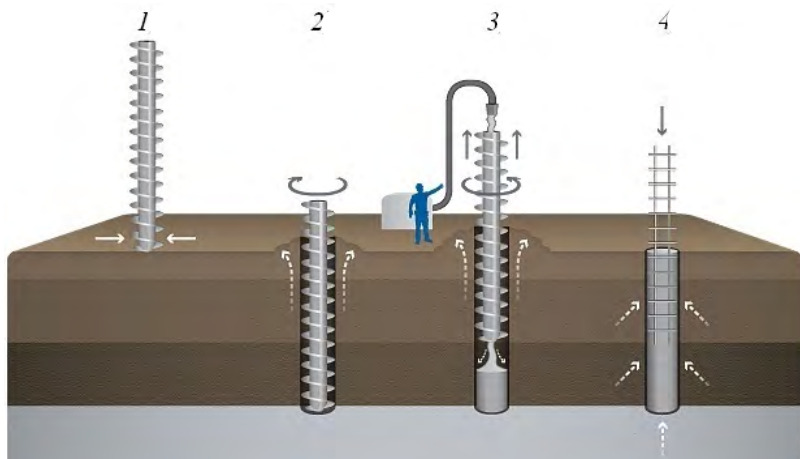


Рис. 4.2. Основные стадии формирования свай:

1 – определение проектного местоположения; 2 – бурение;  
3 – заполнение скважины бетонной смесью и подъём шнека; 4 – установка каркаса

Недостатками буронабивных свай, изготовленных по технологии СФА, являются: повышенный расход бетона и необходимость контроля геометрических размеров ствола и его сплошности после изготовления.

Основным оборудованием для устройства свай является буровая установка, рис. 4.3 (Bauer, ABI, LIEBHERR, Casagrande, Soilmec). С применением данной установки можно получить сваи диаметром до 2 м и длиной до 40 м. На буровой установке могут быть установлены лебёдки, при помощи которых в сваю устанавливается арматурный каркас, и нет необходимости в использовании дополнительной подъемной техники.

Для доставки бетонной смеси используются бетоносмесители (рис. 4.4) на базе автомобилей МАЗ, (KAMAZ, DAF, MAN).

Для подачи бетонной смеси через полый шнек применяются бетононасосы (Putzmeister, SANY, LIEBHERR, CIFA и др.). Чаще применяются стационарные бетононасосы (рис. 4.5).

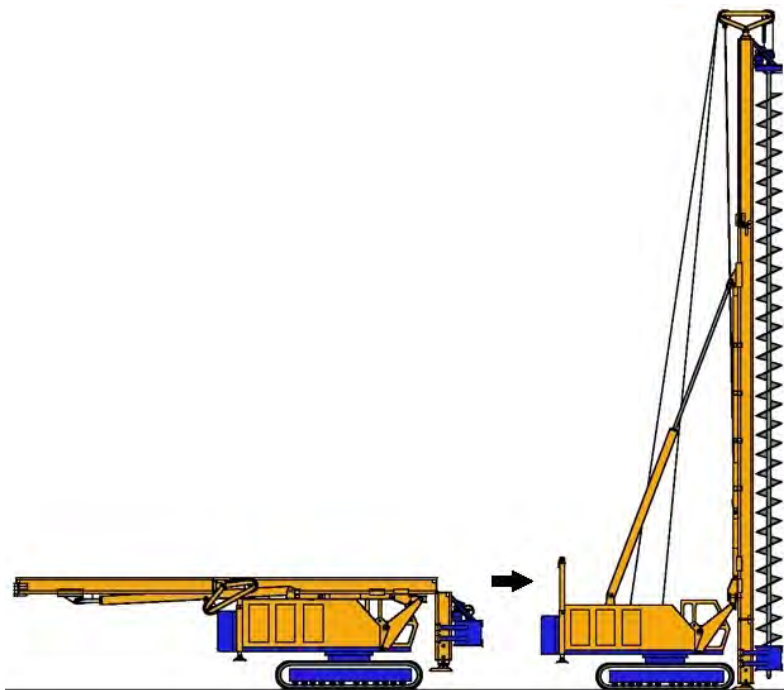


Рис. 4.3. Буровая установка для устройства свай по технологии CFA

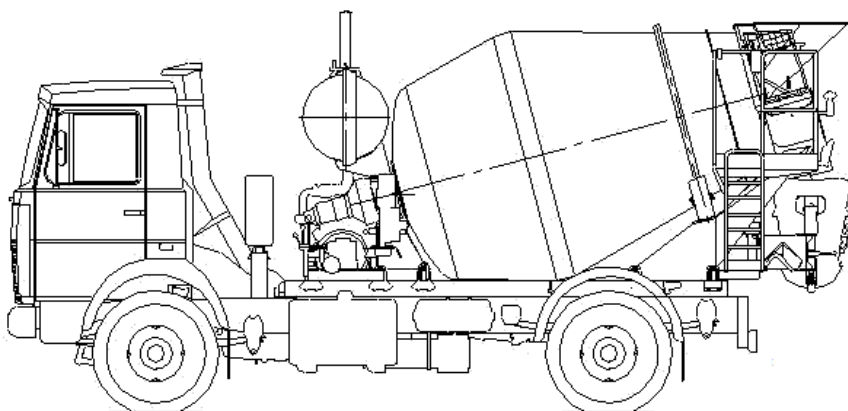


Рис. 4.4. Бетономеситель

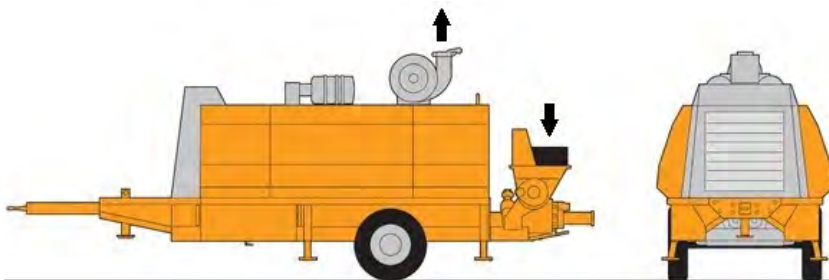


Рис. 4.5. Стационарный бетононасос

Для быстрого удаления извлекаемого грунта от места бурения скважин больших диаметров применяют мини-погрузчик (рис. 4.6). Мини-погрузчики выпускают различного исполнения (на гусеничном и на колёсном ходу) и различной мощности (Bobcat NEW HOLLAND и др.).

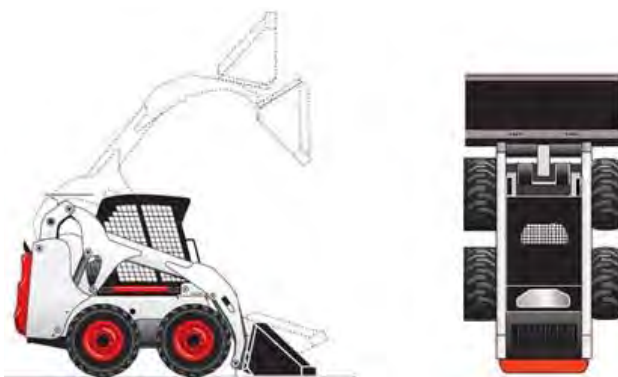


Рис. 4.6. Мини-погрузчик

Особо важным является производство сварных арматурных каркасов. Быстрое производство каркасов обеспечивается специальными автоматизированными линиями (рис. 4.7).

На таких линиях можно получить каркасы диаметром от 200 до 1500 мм, длиной до 16 м. Для доставки каркасов к месту установки используются различного вида грузовые автомобили и седельные тягачи.



Рис. 4.7. Автоматизированная линия по производству каркасов SCHNELL

В проектное положение арматурный каркас может устанавливаться либо лебедками, смонтированными на самих буровых установках, либо при помощи дополнительной техники: стреловые гусеничные краны, автокраны, телескопические погрузчики и др.

### **4.3. Контроль качества буронабивных свай, изготавливаемых по технологии СФА**

Контроль качества свай, изготавливаемых по технологии СФА, можно условно разделить на три этапа:

- 1-й – контроль процесса бурения и подачи бетонной смеси;
- 2-й – контроль качества готовой сваи;
- 3-й – определение несущей способности сваи.

Перед началом бурения необходимо точно определить проектное местоположение будущей сваи, подвести к этому месту буровую установку и начать бурение. Во время бурения необходимо осуществлять визуальный контроль самого процесса, а также контролировать вертикальность, глубину бурения и конечную отметку. При подаче бетонной смеси в скважину контролируется процесс её



заполнения. За синхронизацией скоростей извлечения шнека и подачи бетонной смеси важно следить при помощи современного бортового компьютера. Данный контроль должен обеспечить целостность свай и минимизировать расход бетонной смеси.

Контроль качества готовых свай можно разделить на две группы:

- 1) контроль прочности бетона;
- 2) контроль сплошности ствола сваи и его геометрических размеров.

Методы контроля прочности бетона разделяются на методы частичного разрушения бетона и на неразрушающие методы контроля. Основным способом первой группы является метод испытания отобранных кернов на прочность, он наиболее надежен, так как позволяет определить прочность бетона по длине ствола сваи и судить о качестве бетонирования в целом. Метод имеет существенные недостатки: высокая стоимость и низкая скорость бурения бетона. К неразрушающим методам контроля относятся методы ударного воздействия на бетон (метод ударного импульса, метод упругого отскока, метод пластической деформации) и ультразвуковой метод.

Сплошность, под которой подразумеваются непрерывность и неразрывность проектных характеристик по длине ствола, является важнейшей характеристикой сохранения несущей способности сваи в течение срока службы. Согласно требованиям европейских норм количество свай для обязательного контроля по сплошности должно составлять не менее 20 % от общего количества. Наибольшее развитие получили акустические (сейсмоакустические, ультразвуковые) методы, принцип действия которых основан на регистрации параметров упругих волн. Изменения параметров упругой волны зависят от упругих, деформационных и прочностных свойств среды распространения. Существует несколько схем контроля свай акустическими методами (рис. 4.8):

акустическое зондирование;

прозвучивание между закладными наблюдательными трубками;

акустический каротаж;

прозвучивание между закладной трубкой и головой сваи.

Для контроля сплошности буронабивных свай, изготавливаемых по технологии CFA, наиболее рационально применять метод акустического зондирования, эхо-метода (Pulse Echo Method (PEM), рис. 4.9.

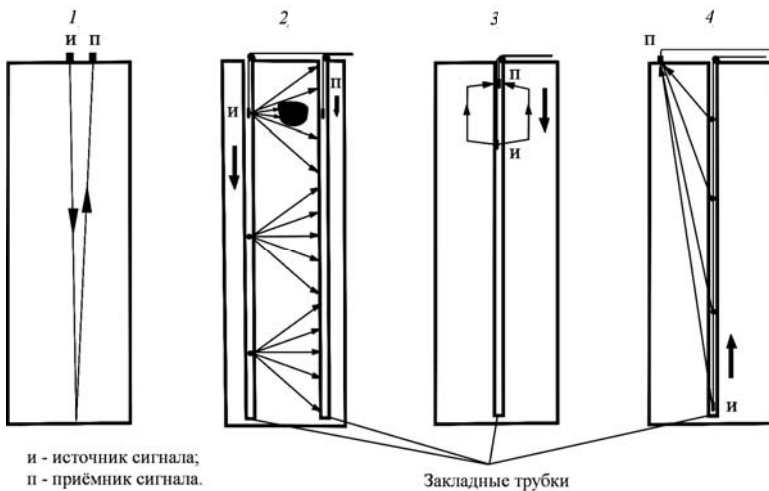


Рис. 4.8. Схемы акустического контроля сплошности буронабивных свай:  
 1 – акустическое зондирование; 2 – прозвучивание между закладными трубками;  
 3 – акустический коротаж; 4 – прозвучивание между закладной трубкой  
 и головой сваи

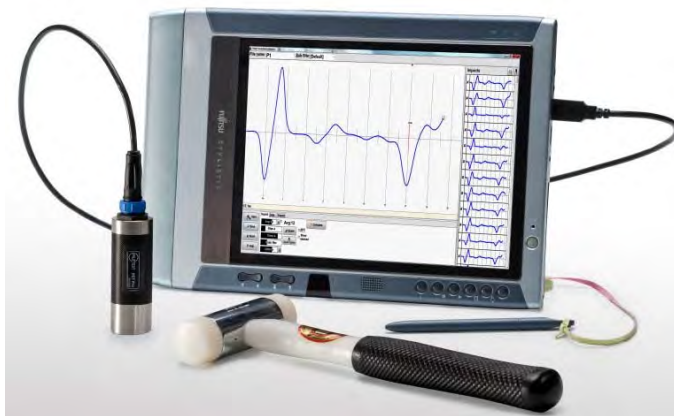


Рис. 4.9. РЕМ-устройство для контроля сплошности буронабивных свай

На сваю с помощью специального легкого молотка передается серия ударных импульсов. Отраженные волны улавливаются ультразвуковым датчиком, оцифровываются и анализируются акселе-

рометром прибора. После дополнительной автоматической обработки сигналов выводится информация (рефлектограмма) о длине и сплошности тела сваи. Используя специальное программное обеспечение, можно получить изображение тела ствола буронабивной сваи, соответствующее рефлектограмме.

Достоинства акустических методов контроля сплошности свай:  
быстрое получение данных по любой свае на стройплощадке;  
возможность контроля большого количества свай за один день;  
возможность диагностики любой сваи одним оператором самостоятельно;

выявление дефектов разного характера;  
сохранение целостности свай;  
контроль свай изготовленных по любой технологии.

Современное оборудование для контроля сплошности свай в комплексе со специальным программным обеспечением позволяет определить фактические размеры сваи. Размеры сваи можно определить по объёму закаченного бетона, но данные значения будут неточными, так как невозможно учесть дефекты ствола. Чем точнее определены фактические размеры сваи, тем точнее можно определить её фактическую несущую способность.

Несущая способность буронабивных свай традиционно определяется статической нагрузкой. На рис. 4.10 представлена принципиальная схема испытания сваи статической нагрузкой.

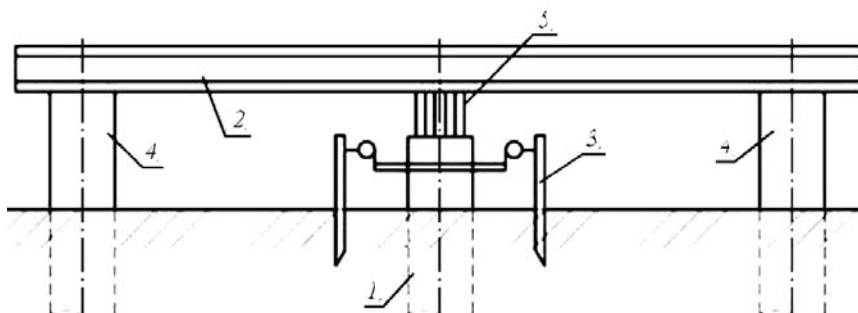


Рис. 4.10. Принципиальная схема установки для испытания сваи статической вдавливающей нагрузкой:

1 – испытываемая свая; 2 – балка; 3 – реперная система с прогибомерами;  
4 – анкерная свая; 5 – домкрат с манометром.

Давление на сваю создаётся гидравлическим домкратом, установленным между сваей и балкой, закреплённой в грунте при помощи анкерных свай. Нагружение испытываемой сваи производят равномерно, каждая ступень выдерживается до полной стабилизации по прогибомерам с точностью до 0,1 мм.

Испытание статической нагрузкой даёт наиболее достоверные значения несущей способности, однако нет возможности испытать каждую сваю. Количество подвергаемых испытанию свай определяется проектной организацией и в соответствии с действующими ТНПА составляет 0,5 % от общего количества свай на данном объекте, но не менее двух. Места испытаний назначают на участках с максимальными нагрузками на сваи и там, где выявлены слабые грунты.

Сваи по технологии CFA имеют ряд преимуществ: возможность изготовления любой длины и диаметра, низкий уровень шума и вибрации при производстве работ, применимость в стесненных и городских условиях. Недостатки в области контроля качества: сложность контроля сплошности ствола и геометрических размеров сваи, невозможность определения несущей способности по факту изготовления.

Проверка сплошности сваи и определение её геометрических размеров производится при помощи прибора PИТ-V (рис. 4.11, табл. 4.2).



Рис. 4.11. Прибор для контроля сплошности свай PИТ-V:  
1 – молоток с датчиком; 2 – акселерометр; 3 – блок сбора информации

Таблица 4.2

## Технические характеристики прибора РИТ-V

Наименование характеристики	Значение		
Физические характеристики			
Размер	75 × 175 × 235 мм		
Вес	2,2 кг		
Дисплей	VGA		
Рабочий диапазон температур	0–40 °С		
Диапазон температур хранения	–20–65 °С		
Продолжительность работы на внутреннем аккумуляторе	8 ч		
Электронные и функциональные характеристики			
Микропроцессор	СА 1110		
Частота микропроцессора	204 МГц		
Объем карты памяти	64 МБ		
Аналого-цифровой преобразователь	24-битный		
Частота оцифровки	ТГц		
Полезная частота после оцифровки	40 кГц		
Точность частоты дискретизации	0,01 %		
Порог триггера	0,3 В		
Скорость дискретизации	50 кГц		
Анализ во время сбора данных	Импульсный		
Технические характеристики акселерометра			
Размер	20 × 20 × 60 мм		
Рабочий диапазон температур	–50–120 °С		
Электрическая схема	Интегральный преобразователь импеданса (сопротивления)		
Номинальная чувствительность	50 мВ/г		
Диапазон ускорений	±100 г		
Предел ударных нагрузок	30000 г		
Диапазон частот	0,7–9000 Гц		
Линейность амплитуды	До ±1%		
Резонансная частота	Свыше 40 кГц		
Номинальная временная постоянная	Свыше 0,5 с		
Соединительный кабель	1,5 м, экранированный		
Технические характеристики молотка			
Диаметр поверхности удара, мм	38,1	50,8	76,2
Вес без акселерометра, кг	0,5	1,4	3,6
Вес с акселерометром, кг	0,5	1,4	4,1

Данный прибор производит проверку сплошности при малых деформациях и может быть использован как для буронабивных, так и для забивных свай. Он обнаруживает потенциально опасные дефекты, такие как значительные трещины, образование шейки, включения грунта или полости. При помощи данного прибора можно определить неизвестные размеры существующих свай.

Погрешность измерений для данного прибора с указанной выше идентификацией составляет 3 % от продолжительности пробега, начиная с исхода непосредственно самой волны и заканчивая возвращением отраженной волны.

Принцип действия данного метода основан на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в сваях с помощью ударного импульса, переданного торцу сваи. Принципиальная схема проверки представлена на рис. 4.12.

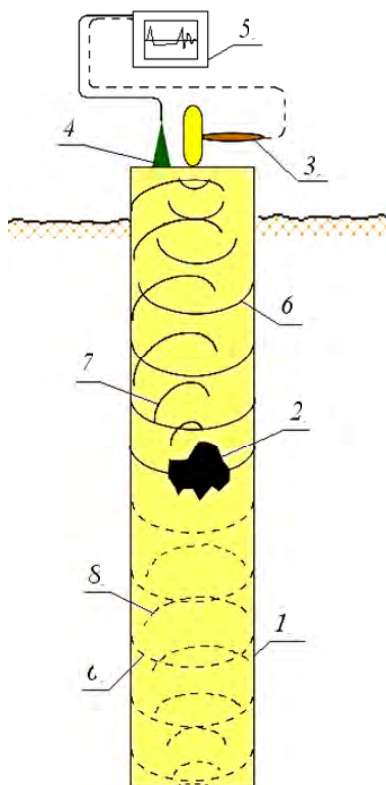


Рис. 4.12. Принципиальная схема проверки сплошности свай:  
 1 – испытываемая свая; 2 – дефект;  
 3 – молоток с оборудованным датчиком;  
 4 – акселерометр; 5 – блок сбора информации; 6 – волна, созданная молотком; 7 – волна, отражённая от дефекта; 8 – волна, отражённая от границы сред

Для получения достоверных результатов необходимо, чтобы торцы свай были горизонтальными, чистыми с шероховатостью не более 2 мм. Возраст бетона на момент испытаний должен быть не менее 7 суток.

Перед началом тестирования необходимо задать проектные диаметр и длину свай, указать ориентировочные места, где будет установлен акселерометр и где будут наноситься удары, а также задать скорость распространения продольной волны по стволу свай.

После удара молотком по оголовку свай продольная звуковая волна распространяется по стволу свай с некоторой скоростью. На границе раздела сред (бетон / инородное включение, бетон / грунт и т. п.) звуковая волна отражается. Временной интервал между первоначальным ударом молотка и отражением от границы сред измеряется прибором и равняется времени, необходимому для распространения волны по длине свай дважды (вниз и вверх).

После измерения времени распространения звуковой волны по свае косвенным методом определяется длина свай по известной скорости распространения волны исходя из зависимости

$$t = (2l)/c \Rightarrow l = (tc)/2,$$

где  $t$  – время распространения звуковой волны по свае;

$l$  – длина свай;

$c$  – скорость распространения продольной волны по стволу свай.

По второму закону Ньютона, перемещение упругой волны характеризуется скоростью звука, которая зависит от свойств среды и определяется по формуле

$$c = E/\rho,$$

где  $c$  – скорость распространения волны;

$E$  – модуль упругости среды;

$\rho$  – плотность среды.

При отсутствии данных о свойствах среды скорость рекомендуется принимать по табл. 4.3.

Дефекты свай можно характеризовать изменением площади сечения или свойств материала. Когда волна встречает неоднородность, она частично отражается назад, частично проходит вперед.

Таблица 4.3

## Скорость распространения плоских волн

Материал	Модуль упругости, МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Скорость плоских волн, м/с
Металлические сваи	210000	7850	5200
Забивные сваи: - существующего здания или сооружения	Свыше 40000	2500	Свыше 4000
- новые	4000	2500	4000
Провибрированные бурнабивные сваи	35000	2500	3800
Непровибрированные бурнабивные сваи	30000	2300	3600
Сваи низкого качества	20000	До 2300	До 3000

На рис. 4.13 представлена схема распространения волны в стержне с ослабленным поперечным сечением.

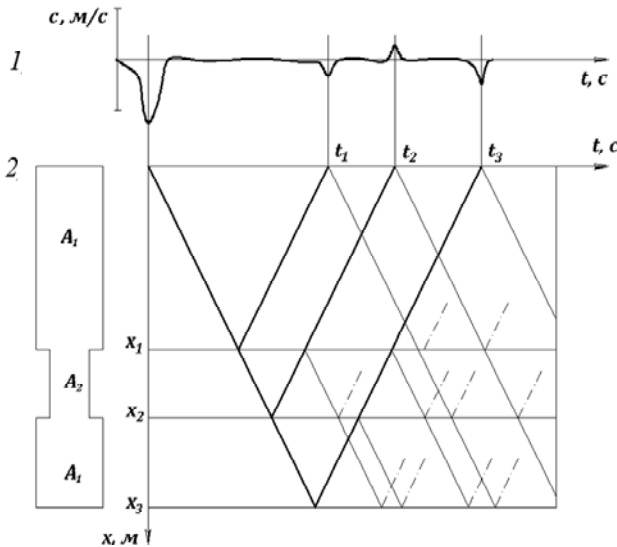


Рис. 4.13. Схема распространения волны в стержне ослабленного сечения:

- 1 – рефлектограмма зависимости скорости распространения волны от времени;  
 2 – зависимость положения звуковой волны от времени (интерференция волн);  
 $A_i$  – площадь поперечного сечения сваи



Примеры графического изображения сигналов представлены на рис. 4.14.

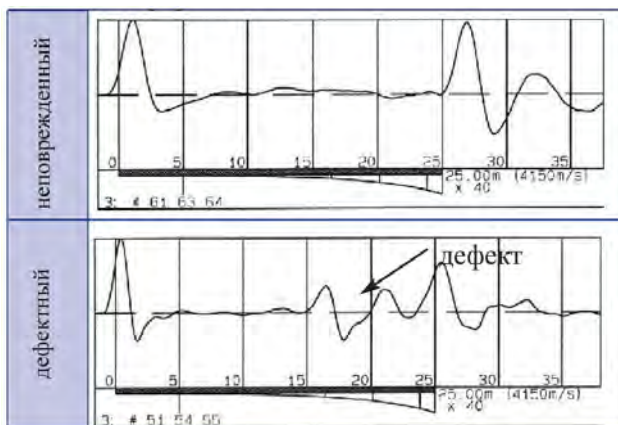


Рис. 4.14. Примеры графического изображения сигналов на приборе РИТ

Анализ рефлектограмм позволяет определить длину сваи и локализовать дефекты в её стволе. Видовой экран программы с описанием элементов представлен на рис. 4.15, а типовые рефлектограммы идентификации повреждений в сваях представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

#### Типовые рефлектограммы идентификации повреждений

Описание	Профиль сваи	Рефлексограмма
Прямая свая определённой длины со свободным концом		
Прямая свая определённой длины с фиксированным концом		
Прямая свая меньшей длины со свободным концом		
Уширение		

Описание	Профиль сваи	Рефлексограмма
Сужение		
Локальное уширение		
Локальное сужение		
Высокое соотношение длина/диаметр или низкое сопротивление грунта по подошве		
Значительное сужение основания сваи		
Нерегулярный профиль		

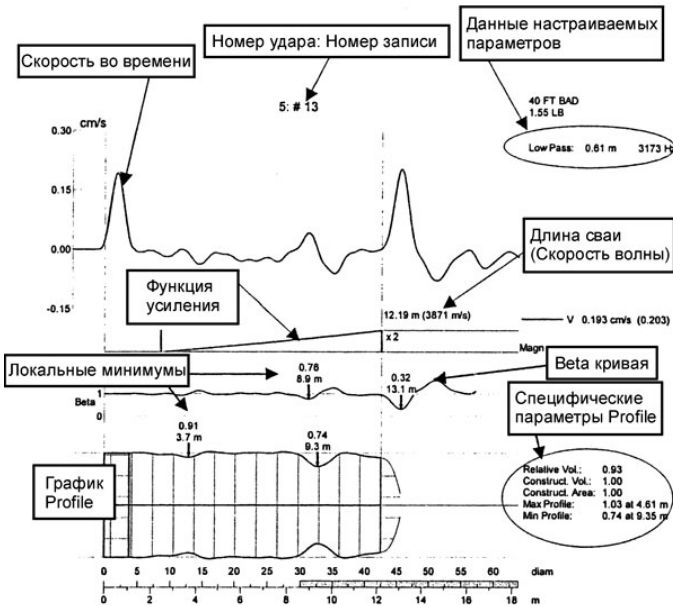


Рис. 4.15. Видовой экран программы

Настоящая методика применяется при тестировании на сплошность свай, изготовленных по любым известным технологиям (буронабивным, буроинъекционным, забивным, вдавливаемым и др.) из армированного бетона и др., на прямом, круглом или квадратном участке, если доступна его верхняя часть.

Для достоверности сведений об испытуемом свайном поле для буронабивных и буроинъекционных свай необходимо испытать не менее 60 % общего числа свай, для забивных – 50 %. Испытание позволяет выполнить анализ сплошности всех типов свай и определить дефекты в теле свай.

Данный метод позволяет определить в зависимости от предполагаемой скорости распространения плоских волн в бетоне:

- приблизительную длину свай;
- уширение в поперечном сечении свай;
- сужение в поперечном сечении свай;
- изменение слоев почвы;
- изменение материала свай;
- поперечные трещины в стволе свай;
- включения инородного материала.

Работа контроля неоднородности свай неразрушающим методом делится на два этапа:

- тестирование свай на строительной площадке (рис. 4.16);
- интерпретация полученной информации с помощью специального программного обеспечения.



Рис. 4.16. Тестирование свай на строительной площадке

Принцип действия данного метода основан на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в контролируемых объектах-сваях с помощью ударного импульса, переданного торцу сваи (рис. 4.17).

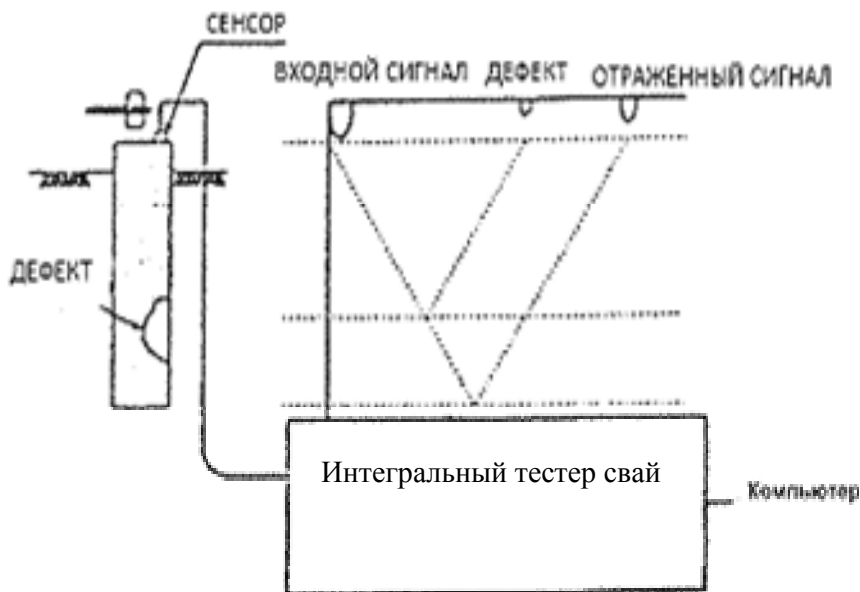


Рис. 4.17. Принцип действия метода

В хорошо сбалансированных рефлектограммах пики, соответствующие удару, и отражения волны от пяты сваи должны иметь приблизительно одинаковую амплитуду.

Чтобы подготовить и осуществить испытание, необходимо располагать следующей информацией:

идентификация тестируемой сваи: стройплощадка, месторасположение сваи и отметки;

геологические данные строительной площадки;

геометрические характеристики сваи;

класс бетона сваи;

дата бетонирования или устройства сваи.

Испытания свай на неоднородность существующих зданий и сооружений проводят для определения длины сваи, наличия уширений или сужений в поперечном сечении свай, неоднородности материала сваи, поперечных трещин в стволе сваи, включений иного материала, которые могут служить причиной аварийного состояния существующих зданий и сооружений.

Основная сложность испытаний свай на неоднородность существующих зданий и сооружений заключается в следующем:

доступ к голове сваи отсутствует;

нет возможности провести удар параллельно продольной оси сваи.

Для проведения испытания свай на неоднородность существующих зданий и сооружений рекомендуется:

провести выемку грунта вокруг испытуемой сваи на глубину 1–2 м в зависимости от длины сваи;

создать условия для проведения удара параллельно продольной оси сваи одним из следующих способов:

1) сделать нишу в стволе сваи и подготовить вертикальную поверхность, достаточную для проведения испытания, но не более  $10 \times 10 \times 15$  (ширина, длина, высота), рис. 4.18, *а*;

2) монтаж металлической пластинки на боковую поверхность сваи, рис. 4.18, *б*. Металлическая пластинка крепится к свае болтовым соединением. Болтовое соединение должно высокоточным, а также должно обеспечивать плотный контакт сваи с металлической пластиной для передачи импульса сваи через металлическую пластинку и болт. Ширина пластинки должна быть не менее ширины (диаметра) ударной части молотка. Для приема сигнала датчиком необходимо сделать небольшое углубление в стволе сваи с горизонтальной плоскостью, достаточное для установки датчика.

На рис. 4.19 свая имеет четкий дефект на глубине 2,6–2,8 м. После выемки сваи было обнаружено сужение в поперечном сечении на глубине 2,8 м.

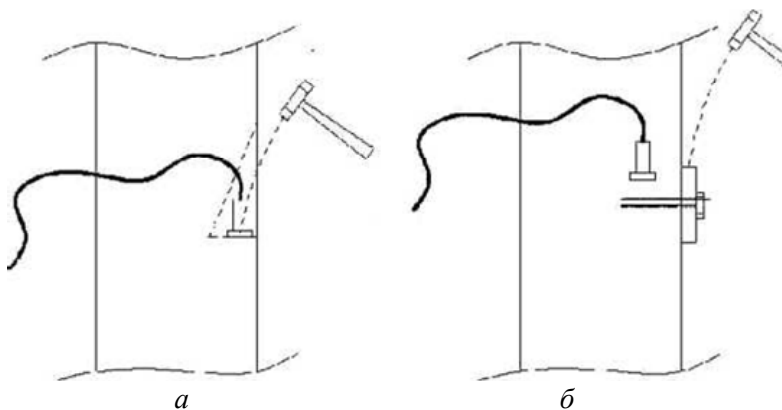


Рис. 4.18. Проведение испытаний свай существующих зданий и сооружений:  
*a* – заделка пластины в теле бетона; *б* – крепление пластины к бетону

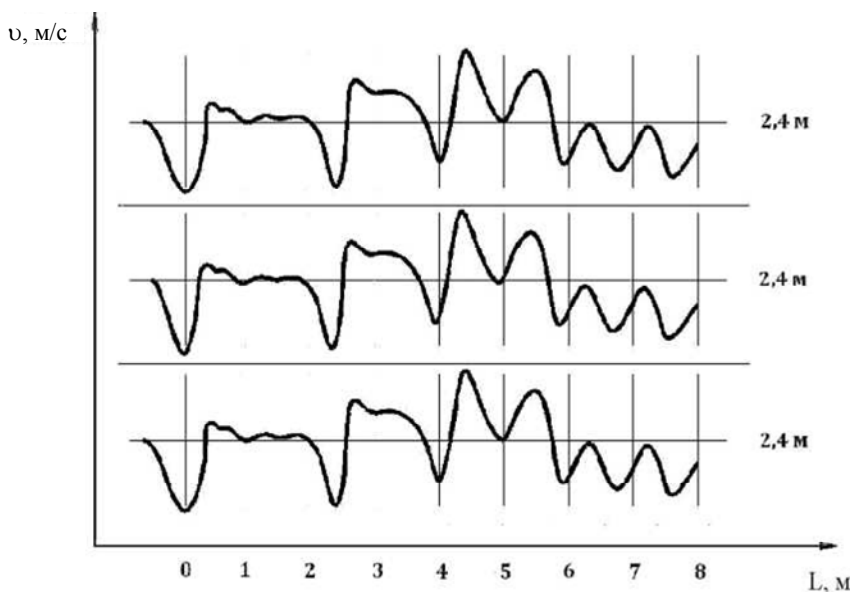


Рис. 4.19. Сужение поперечного сечения буронабивной сваи

В результате дефекта сваи сигнал был нарушен, отражение волны не было зафиксировано.

## Глава 5. МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

### 5.1. Методы организации монтажа

Методы организации механизированных процессов на монтаже строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений зависят от степени стесненности строительной площадки, типов, размеров и веса элементов, номенклатуры и мощности монтажных машин, качества монтажной оснастки и вспомогательного оборудования, опыта рабочих-монтажников, а также заданных сроков реконструкции.

Одним из самых важных факторов, определяющих выбор методов монтажа строительных конструкций, является стесненность объекта, что означает ограничение территории для размещения строительной техники и ведет к увеличению объемов немеханизированных работ.

Объекты реконструкции характеризуются двумя видами стесненности: внешней и внутренней.

Внешняя стесненность выражается отношением свободной площади стройплощадки к площади, необходимой для рациональной организации строительного производства и размещения строительной техники, площадок складирования, размещения бытового городка и т. п.

В общем случае свободная площадь стройплощадки  $F_c$  определяется по формуле

$$F_c = F_o - (F_{zc} + F_{nc} + F_{np} + F_{zo}),$$

где  $F_o$  – площадь территории объекта реконструкции (отведенного земельного участка);

$F_{zc}$  – площадь, занятая существующими зданиями и сооружениями;

$F_{nc}$  – площадь надземных инженерных сетей;

$F_{np}$  – площадь неустраняемых препятствий;

$F_{zo}$  – площади, находящиеся в опасных зонах.

Величина  $F_c$  сравнивается с площадью строительного генерального плана  $F_{гп}$ , обеспечивающей расчетные параметры строительных машин, мест складирования материалов, изделий и конструк-

ций, размещения бытового городка, устройства временных дорог и площадок:

$$F_{\text{гп}} = F_{\text{см}} + F_{\text{бг}} + F_{\text{дп}} + F_{\text{мн}},$$

где  $F_{\text{см}}$  – площадь, необходимая для складирования материалов, изделий, конструкций;

$F_{\text{бг}}$  – площадь, отводимая по расчету, для размещения бытового городка строителей;

$F_{\text{дп}}$  – площадь временных дорог, проездов, тротуаров;

$F_{\text{мн}}$  – рабочие зоны строительных машин и механизмов.

Степень внешней стесненности объекта реконструкции  $K_{\text{стесн}}$  определяется отношением

$$K_{\text{стесн}} = F_{\text{с}} / F_{\text{гп}}.$$

При этом имеют место два предельных значения показателя стесненности:  $K_{\text{стесн}} = 0$  при  $F_{\text{с}} = 0$  (особо стесненные условия) и  $K_{\text{стесн}} \geq 1$  при  $F_{\text{с}} \geq F_{\text{гп}}$  (нормальные условия стесненности). Возможно промежуточное значение:  $K_{\text{стесн}}$  при различных соотношениях  $F_{\text{с}}$  и  $F_{\text{гп}}$  (стесненность площадки реконструкции в большей или меньшей степени).

Внутренняя стесненность объекта реконструкции определяет технологию строительных процессов, возможности и ограничения используемых строительных машин, автотранспорта. Характеристикой внутренней стесненности является степень свободы внутриобъектного перемещения строительных конструкций или количество возможных направлений беспрепятственного их перемещения.

Сложной проблемой при реконструкции зданий и сооружений является организация подачи строительных конструкций в монтажные зоны и перемещение их к месту установки в проектное положение. В связи с этим при реконструкции зданий и сооружений целесообразно создавать неритмичный поток.

При реконструкции промышленных объектов применяются следующие методы монтажа конструкций: навесной, полунавесной методы и метод надвигки. Методы монтажа в зависимости от степени укрупнения монтажных элементов приведены на рис. 5.1.



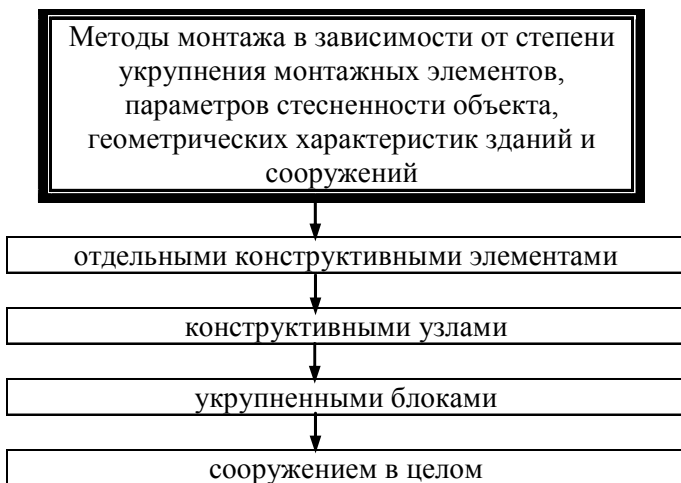


Рис. 5.1. Методы монтажа в зависимости от степени укрупнения монтажных элементов

Навесной метод предполагает монтаж конструкций с перемещением постоянно наращиваемой консольной части сооружения монтажной машиной.

При полунавесном методе монтажа кран ведет монтаж впереди себя, при этом он перемещается по собранным или усиленным существующим конструкциям, опирающимся на постоянные и временные опоры.

При надвигке все сооружение или его крупные элементы собираются на специально оборудованной площадке, расположенной у места монтажа. Затем по временным путям при помощи лебедок и горизонтальных домкратных систем надвигаются на готовые опоры.

*Наращивание* – основной метод, при котором вышележащие элементы последовательно устанавливаются на нижележащие.

Подращивание заключается в том, что вначале на земле собирают верхнюю часть сооружения и поднимают ее на уровень, несколько превышающий высоту нижележащего звена. Затем на освобожденном месте под верхней частью монтируют или подводят следующую за ней, соединяют их вместе и так поочередно поднимают стыкуемые элементы до окончания монтажа на всю высоту. Методы монтажа в зависимости от порядка сборки приведены на рис. 5.2.

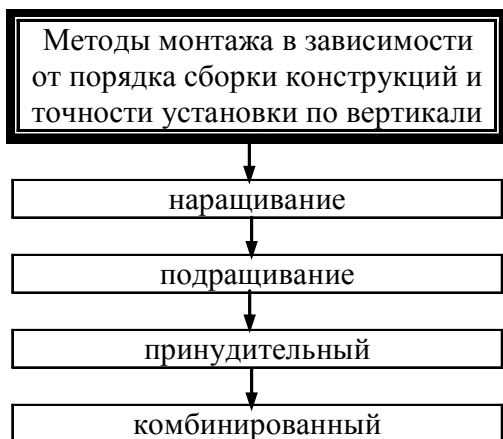


Рис. 5.2. Методы монтажа в зависимости от порядка сборки

Принудительный метод, требующий необходимой точности изготовления устанавливаемых элементов к соответствующей конструкции опорных узлов, связан с решением ряда сложных технических задач, и поэтому его применение в настоящее время носит ограниченный характер. Этот метод используют в основном при монтаже колонн, подкрановых балок, подвесных путей.

В стесненных условиях широко используется комбинированный метод, например, надвигка с наращиванием. При реконструкции одноэтажных зданий он реализуется в следующей последовательности. У одного из торцов здания полностью монтируют конструкции самой дальней ячейки по отношению к зданию, затем смонтированную ячейку передвигают по временным путям в сторону проектной позиции, а на освободившееся пространство подают элементы для следующей ячейки, примыкающие к ранее установленной, их стыкуют между собой и затем перемещают к проектной позиции. Этот процесс длится до тех пор, пока конструкции первой от места монтажа ячейки будут смонтированы в проектном положении.

Монтаж конструкций производится по горизонтали (поэтажный) либо по вертикали (на всю высоту определенного пролета) в зависимости от степени износа строительных конструкций, последовательности их демонтажа, объемов и порядка их усиления, количества сменяемых междуэтажных перекрытий и используемых монтажных машин при реконструкции многоэтажных зданий.

Поэтажный монтаж целесообразно вести кранами «в окно» и подвесными монорельсовыми или канатными системами при незначительной смене междуэтажных перекрытий и малом объеме работ по усилению колонн и ригелей.

Монтаж конструкций по горизонтали соответствует комплексному методу организации монтажных работ, а по вертикали – дифференцированному.

При монтаже конструкций по горизонтали обеспечивается время технологического перерыва, требуемого для приобретения бетоном в стыках, сборно-монолитных конструкциях, элементах усиления достаточной прочности, позволяющей начинать монтажные работы на следующем этапе. Для сокращения времени технологического перерыва, требуемого для приобретения бетоном в стыках, сборно-монолитных конструкциях требуемой прочности для приготовления бетонов рекомендуется применять глиноземистые цементы.

При вертикальном монтаже предпочтение следует отдавать сварным соединениям закладных деталей. Для временного закрепления элементов каркаса или усиления используют кондукторы, фиксаторы и др.

Если проектом реконструкции предусмотрены значительные объемы работ по усилению существующих колонн и ригелей на всех этажах здания с применением монолитного бетонирования, то к монтажу конструкций приступают после завершения этих работ и приобретения бетоном в нижних усиливаемых конструкциях достаточной прочности.

В процессе усиления существующих конструкций и монтажа новых используют следующие средства подмащивания: передвижные и навесные монтажные площадки, инвентарные и подвесные (люльки) подмости. При производстве монтажных и демонтажных работ на реконструируемых объектах применяют все известные в новом строительстве методы монтажа. Факторами, ограничивающими возможность применения тех или иных методов, являются индивидуальность объемно-планировочных решений объектов реконструкции, разнотипность внешней и внутренней стесненности, необходимость совмещения работ с основной деятельностью предприятия и со смежными строительными работами, специфичная технологическая структура работ.

Методы монтажа, выбор и составление комплекта монтажных машин определяются на основе технико-экономического сравнения вариантов (рис. 5.3).

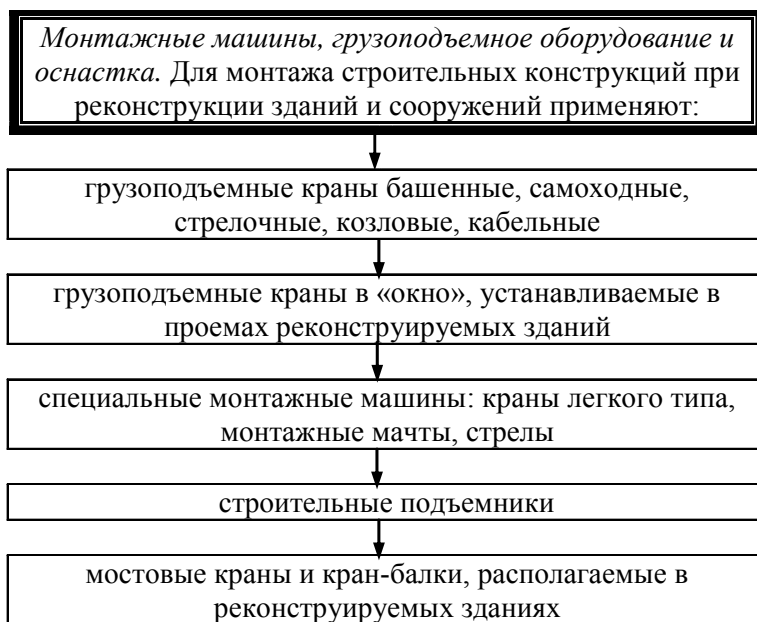


Рис. 5.3. Монтажные машины, грузоподъемное оборудование

### ***Монтажные машины и грузоподъемное оборудование***

Основными грузоподъемными машинами для монтажных работ при реконструкции зданий и сооружений являются грузоподъемные краны.

Башенные краны в сравнении с другими грузоподъемными машинами имеют определенные преимущества:

стрела размещается на высоте, обеспечивающей перемещение конструкций над остовом реконструируемого здания;

кран может обслуживать с одной стоянки несколько объектов или приобъектных складов;

просты при передвижении;

имеют широкий обзор монтажных зон;

надежны в эксплуатации.

В зависимости от модели башенного крана, в литературе для каждого из них приведены паспортные данные следующих технических характеристик:

длина стрелы;

грузоподъемность в зависимости от вылета стрелы;

максимальная высота подъема крюка.

Это позволяет разработать эффективную технологию производства работ по способам перемещения конструкций при монтаже и демонтаже при реконструкции зданий и сооружений. По способу установки на строительной площадке башенные краны подразделяются на стационарные, самоподъемные, передвижные. Недостаток их применения: значительная трудоемкость монтажа и демонтажа, а также устройство подкрановых путей.

При реконструкции зданий наибольшее распространение получили самоподъемные и передвижные краны. Самоподъемные краны, опираясь на существующие или вновь возведенные конструкции, перемещаются по вертикали с помощью собственных механизмов. Передвижные краны в рабочем положении с грузами или без них перемещаются в обслуживаемых или монтажных и складских зонах объекта.

Самоходные стреловые краны на гусеничном ходу используются при реконструкции промышленных и общественных зданий при условии их расположения на участках, свободных от застроек и надземных городских коммуникаций.

Автомобильные краны вследствие их быстрой перебазировки с одного объекта на другой в полностью собранном виде широко применяются при реконструкции объектов самого различного назначения. Недостатком является резкое падение грузоподъемности при работе без аутригеров (выносных опор). Производство грузоразгрузочных работ без выносных опор вообще запрещено.

Пневмоколесные краны благодаря маневренности, проходимости, скорости перемещения, а также возможности работы с определенными грузами без выносных опор в ряде случаев оказываются наиболее пригодными при реконструкции зданий и сооружений. При работе крана без выносных опор он может перемещаться по спланированной площадке с грузом на крюке и одновременно перевозить элементы с одного места на другое.

Козловые краны применяются при реконструкции объемно-линейных и линейно-протяженных в плане объектов несложной

конфигурации, при благоприятных рельефных условиях и отсутствии ограничений, характеризующихся параметрами стесненности. При реконструкции зданий применяются краны грузоподъемностью 5–10 т. По конструктивному исполнению ригеля козловые краны бывают бесконсольные, одно- и двухконсольные. Иногда на ригеле крана взамен подъемных тележек устанавливают мачтово-стреловые или полноповоротные краны.

При реконструкции промышленных зданий производится выборочная замена отдельных конструкций и при незначительных грузопотоках, для чего широко используются легкие грузоподъемные механизмы, монтируемые в оконных проемах.

В зависимости от способа подачи груза внутрь здания краны «в окно» подразделяются:

- на монорельсовые, когда груз после его подъема до уровня проема подается внутрь здания при помощи тележки, передвигаемой по монорельсу;

- поворотные, когда груз подается внутрь здания поворотом стрелы, закрепленной на вертикальной стойке.

Недостатками кранов «в окно» являются малая грузоподъемность, незначительная (до 4 м) глубина обслуживания внутриобъектных зон.

Поворотные краны «в окно» используются только как вспомогательные грузоподъемные средства при выполнении незначительных объемов работ по усилению конструкций.

При реконструкции многоэтажных зданий для монтажа и демонтажа строительных конструкций применяются монтажные мачты, переносные монтажные стрелы, мачтовые краны. Существуют мачты с жесткой и шарнирной опорами. Шарнирные опоры могут быть поворотными или установленными с углом наклона. Монтажные стрелы могут устанавливаться на мачтах или крепиться к существующим конструкциям.

При реконструкции зданий для монтажа некоторых строительных конструкций и оборудования применяются действующие мостовые краны, кран-балки, подвесные краны и пр.

К монтажной оснастке и грузоподъемному оборудованию относятся канаты, грузозахватные, фиксирующие устройства, приспособления для временного закрепления конструкций, средства сигнализации, блоки, полиспасты, домкраты, лебедки. Наиболее часто

применяются канатные и цепные стропы. Канатные стропы бывают двух- и четырехветвевые.

При реконструкции широко используются резьбовые, клиновидные, фрикционные захваты. Для подъема и установки в проектное положение армоцементных конструкций, листовых и других элементов используются вакуум-захваты.

К монтажному оснащению, используемому для фиксации элементов, относятся:

ориентирующие устройства для визуального определения проектного положения элемента;

устройства, ограничивающие выход элементов на поле допусков при монтаже;

удерживающие приспособления и устройства, обеспечивающие временное закрепление элементов в положении, достигнутом на стадии установки.

Для подъема существующих конструкций на новую отметку и вывешивания отдельных элементов применяют реечные, винтовые и гидравлические домкраты. Лебедки используются как грузоподъемное оборудование на монтажных машинах и самостоятельно. Лебедками разгружают, подтягивают и поднимают элементы, а также используют их с электроприводом, но иногда применяют и ручные. Существуют лебедки подъемные, тяговые и поворотные.

При разработке ППР для оптимизации технологии производства работ выполняется оценка монтируемых элементов на захватке, которая учитывает следующие факторы:

возможность монтажа элементов одним основным грузоподъемным средством без смены рабочего оборудования;

возможность совмещенного монтажа элементов технологического оборудования и конструкций с помощью сравниваемых грузоподъемных средств.

При определении требуемых параметров монтажных машин учитываются максимальный вес, габаритные размеры монтируемых элементов и конструкций, размеры поперечника здания, расположение конструкций в плане и по высотным отметкам, расположение путей, по которым доставляются необходимые конструкции и материалы. Следует учитывать маневренность кранов, проходимость, величину создаваемого на грунт давления и др. Разрабатывают схему движения крана и места его стоянок; способы установки кон-

струкций для каждой стоянки. Выбранный кран должен обеспечить установку каждого монтируемого элемента в зависимости от высоты подъема крана, вылета стрелы и веса элемента.

При использовании крана без гуська (рис. 5.4) высота подъема крюка

$$H_{кр} \geq h_{зд} + h_э + h_c + 0,5,$$

где  $h_{зд}$  – высота здания;

$h_э$  – высота элемента в монтажном положении;

$h_c$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка крана;

0,5 – запас по высоте, требующийся по условиям монтажа для заводки конструкции к месту установки, м.

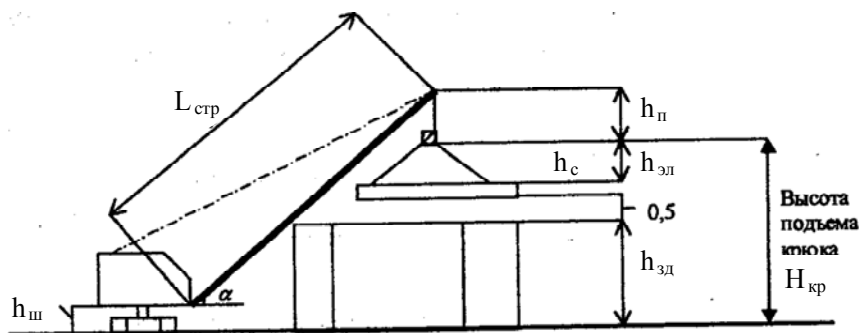


Рис. 5.4. Кран без гуська:

$L_{стр}$  – длина стрелы, м;  $\alpha$  – максимально необходимый угол наклона стрелы;

$h_{ш}$  – высота от уровня стоянки до нижней части поворотной платформы

При использовании крана с гуськом (рис. 5.5) высота подъема крюка

$$H_{кр} \geq L_{стр} \sin \alpha + L_г \sin \varphi + h_{ш} - h_п,$$

где  $L_г$  – длина гуська крана;

$\varphi$  – угол наклона гуська к горизонту;

$h_п$  – высота от головной части стрелы до минимально возможного приближения крюка.



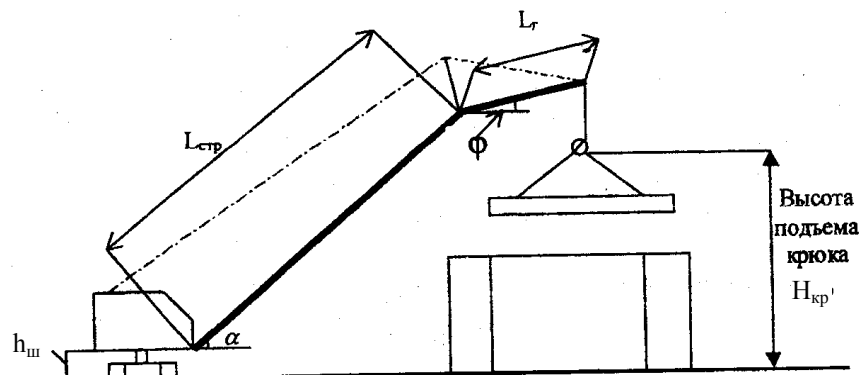


Рис. 5.5. Кран с гуском

В этом случае высота подъема крюка (рис. 5.6)

$$H_{кр} \geq h_{пр} + h_3 + h_c + h_y + 0,5,$$

где  $h_{пр}$  – высота от уровня земли до внешней грани нижнего бруска оконной коробки;

$h_y$  – высота устройства для подачи грузов в проемы.

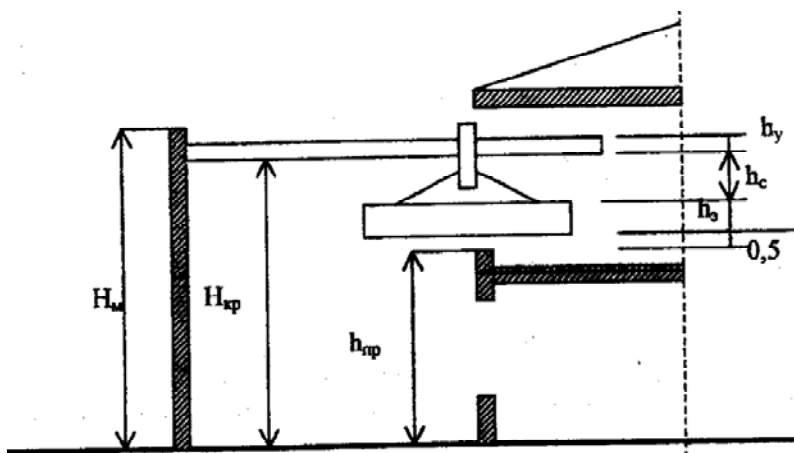


Рис. 5.6. Подача конструкции через оконные проемы

## Грузоподъемность крана на промежуточном вылете стрелы

$$Q = \frac{qI_{\text{стр. max}}}{I_{\text{стр.}}},$$

где  $q$  – грузоподъемность на максимальном вылете стрелы;

$I_{\text{стр. max}}$  – максимальный вылет стрелы;

$I_{\text{стр.}}$  – то же промежуточный.

Чтобы использовать краны в пределах стесненных строительных площадок, необходимо предварительно проверить возможность заезда башенных кранов или заезда стреловых самоходных кранов на строительную площадку и, кроме того, достаточность площади внутри стройплощадки для монтажа, эксплуатации и демонтажа рельсовых и башенных кранов (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Минимальные размеры площадок для монтажа башенных кранов и максимальные размеры автопоездов при перебазировке кранов

Модель крана	Размеры площадки (длина, ширина), м	Габаритные размеры автопоезда (длина, ширина, высота), м
КБ-306А (С-981) КБ-404 М КБ-404.2	50×20	25,0×4,00×4,2
КБ-401 (КБ-160.2) КБ-403 (КБ-160.2)	50×20	27,8×4,01×4,2
КБ-405.1 КБ-405.2	50×20	27,8×4,02×4,2
КБ-503 КБ-504 КБ-250	50×20	27,5×4,20×4,1
КБ-573	70×20	14,6×3,50×3.2
КБ-674А; КБ-674А-1; КБ-674А-2; КБ-674А-3; КБ-674А-4; КБ-674А-5; КБ-676	100×25	20,32×3,40×3,98

Привязка кранов и рельсовых крановых путей при реконструкции зданий и сооружений производится к наружным поверхностям стен, а не к осям зданий и сооружений, как при новом строительстве. Чем больше габариты машины, тем хуже ее маневренность и труднее использование такой машины.

Размеры площадок, необходимые для безопасной эксплуатации грузоподъемного крана, занятого на монтаже (демонтаже) конструкций при минимальном вылете крюка и обслуживании монтажной зоны с одной стоянки, определяются по следующим формулам (рис. 5.7, табл. 5.2):

$$L_{\text{пл}} = L_{\delta} + L_{\text{кр}} + \frac{L(H_{\text{зд}} + h_{\text{без}} - h_{\text{кр}})}{H_{\text{max}} + H_{\text{зд}} - h_{\text{без}}},$$

где  $L_{\text{пл}}$  – длина площадки;

$L_{\delta}$  – расстояние между задней поворотной частью крана и существующим зданием ( $L_{\delta} \geq 1$  м);

$H_{\text{зд}}$  – высота монтируемого или реконструируемого здания;

$L_{\text{кр}}$  – длина поворотной части крана;

$L$  – половина ширины монтируемого здания;

$h_{\text{без}}$  – высота безопасного проноса груза над препятствиями;

$h_{\text{кр}}$  – высота крана;

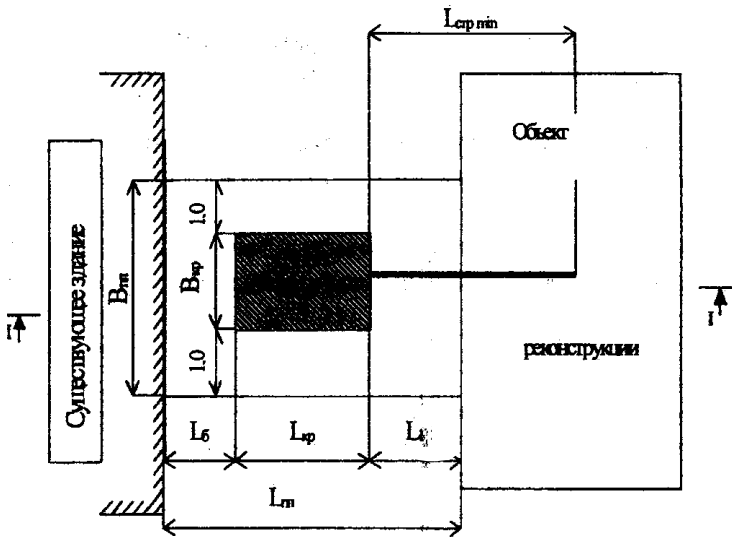
$H_{\text{max}}$  – максимальная высота подъема груза.

$$b_{\text{пл}} = b_{\text{кр}} + 2b_{\text{без}},$$

где  $b_{\text{пл}}$  – ширина площадки;

$b_{\text{кр}}$  – ширина крана;

$b_{\text{без}}$  – безопасное расстояние от наиболее выступающих частей крана, равное 1 м.



I-I

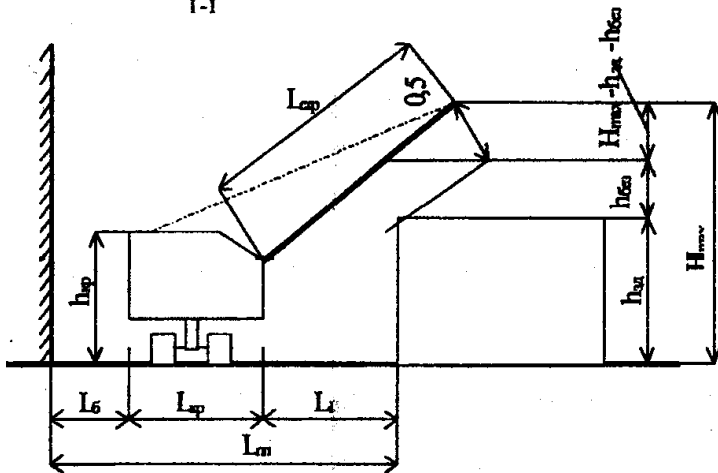


Рис. 5.7. Схема определения габаритов монтажных площадок для работы стреловых кранов:

$L_{стр}$  – общая длина стрелы;  $h_б$  – безопасное расстояние от грани стрелы до конструкции здания;  $H_{max}$  – максимальная высота подъема груза при наименьшем вылете стрелы;  $L_{пл}$ ,  $b_{пл}$  – минимальные размеры площадки для работы крана (длина, ширина);  $h_{кр}$ ,  $b_{кр}$ ,  $L_{кр}$  – габаритные размеры крана

Таблица 5.2

Минимальные размеры площадок для работы с одной  
стоянки некоторых стреловых кранов

Марка крана	Минимальные размеры площадки, м	
	Ширина	Длина
Автомобильные краны для зданий высотой 5–10 м		
К-61	4,3	13
К-104М	4,6	17,5
К-46		13,3
Пневмоколесные краны для зданий высотой 10–20 м		
К-161	4,2	18,4
К-205	4,2	23,9
Гусеничные краны для зданий высотой 10–20 м		
КТС-5	3,1	15,7
СКГ-30/7 с гуськом	4,25	12,4

Алгоритм оптимизации механизации работ состоит из следующих этапов:

1. Подбор близких по техническим параметрам грузоподъемных машин для выполнения строительно-монтажных и демонтажных работ на объекте реконструкции (по грузоподъемности, высоте подъема, вылету крюка).

2. Определение требуемого количества машино-смен работы грузоподъемных кранов по монтажу и демонтажу конструкций на объекте реконструкции.

Себестоимость работы каждого из предварительно выбранных по техническим параметрам грузоподъемных кранов определяется по формуле

$$C_{1,2,3} = E + \frac{\mathcal{E}_{\text{год}} T_{\Phi}}{T_{\text{год}}} + \mathcal{E}_{\text{см}} T_{\Phi},$$

где  $C_{1,2,3}$  – себестоимость работы сравниваемых кранов 1, 2, 3;

$E$  – единовременные затраты (на перебазировку, монтаж и демонтаж), руб.;

$\mathcal{E}_{\text{год}}$  – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{см}}$  – сменные эксплуатационные затраты, руб.;

$T_{\text{год}}$  – нормативное число смен работы крана в течение года (для расчетов принимается равным 400);

$T_{\text{ф}}$  – число смен работы крана на объекте, ранее уже определенное по ЕНиР.

3. Сравнение между собой значения величин  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и определение оптимального варианта по наименьшему значению себестоимости, т. е. окончательный выбор типа и марки грузоподъемной машины (крана) для производства работ.

## 5.2. Монтажное усиление конструкций

*Временное усиление монтируемых элементов конструкций* выполняют в тех случаях, когда применяемые способы строповки не могут обеспечить прочности и устойчивости монтируемых элементов в целом или их отдельных частей при подъеме. В основном это относится к монтажу металлических ферм, пояса которых при большой свободной длине могут оказаться недостаточно устойчивыми в направлении из плоскости ферм.

Металлические фермы необходимо строповать согласно чертежам, прилагаемым заводом-изготовителем. Обычно строповка выполняется в двух–четыре узлах верхнего пояса. При строповке за узлы, расположенные близко к середине фермы, в нижнем поясе, рассчитанном на растяжение, возникает усилие сжатия, и из-за большой гибкости из плоскости фермы он может потерять устойчивость. При строповке за узлы, расположенные у опорных концов фермы, хотя изменения знаков усилий в поясах и не происходит, верхний сжатый пояс при большой его свободной длине также может оказаться недостаточно устойчивым. Кроме того, такая строповка требует применения длинных тяжелых траверс или монтажа ферм при помощи двух кранов, что нецелесообразно.

В случае демонтажа металлических ферм, пояса которых выполнены из уголков и рабочие чертежи отсутствуют, выбор мест их строповки необходимо рассчитывать с учетом устойчивости поясов при монтаже. Если согласно расчетам устойчивость поясов ферм обеспечить нельзя, то выполняют временное усиление одного из поясов. Для этого к нижнему или верхнему поясу ферм на расстоя-

нии 0,8–1 м друг от друга пластины, трубы или швеллеры закрепляют болтами или хомутами.

В двухветвевых колоннах, которые монтируются методом поворота, опирая на нижний конец одной ветви, для предотвращения деформаций в раскосах решетки устанавливают временную распорку между ветвями.

В элементах железобетонных цилиндрических оболочек, армоцементных сводов и некоторых других элементов для предотвращения появления дополнительных усилий на период монтажа устанавливают временные затяжки и схватки.

Для обеспечения безопасных условий труда монтажников на высоте сборные конструкции оборудуют подмостями, люльками, лестницами и другими временными приспособлениями. Инвентарные навесные подмости, площадки и лестницы крепят к монтируемым элементам до начала их монтажа. Подъем рабочих на монтажные площадки обеспечивают навесные лестницы. Такие лестницы изготовляют отдельными звеньями длиной до 4 м. Их навешивают верхними крючьями на колонну (рис. 5.8).

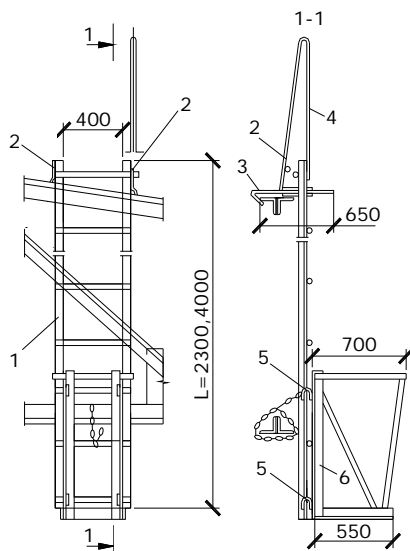


Рис. 5.8. Лестница с люлькой для навески на металлическую ферму:  
 1 – лестница; 2 – элементы навески; 3 – крючья; 4 – поручень;  
 5 – крючья люльки; 6 – люлька

Обработку стыков балочных конструкций осуществляют с навесных подмостей. При работе на балках и фермах большой высоты применяют люльки, совмещенные с лестницей. Лестница верхним концом навешивается на верхний пояс фермы, а люлька закрепляется на лестнице на необходимой высоте.

Для работы на высоте до 14 м применяют приставные лестницы с площадками (рис. 5.9).

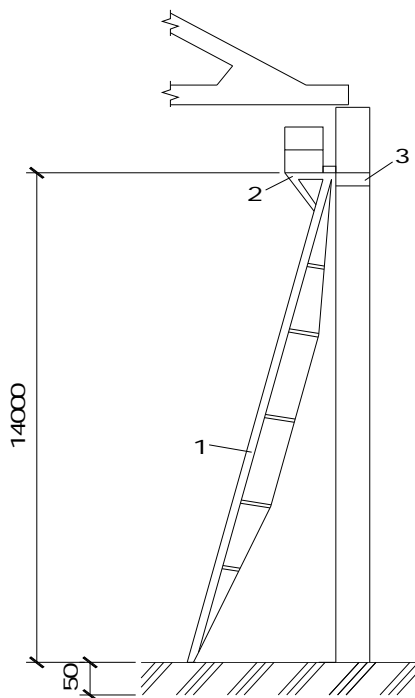


Рис. 5.9. Монтажные лестницы с площадками с несущей конструкцией в виде шпренгеля:

1 – лестницы; 2 – площадка; 3 – элемент крепления к колонне

Для обеспечения безопасных условий работы монтажников по монтажу (демонтажу) конструкций покрытия (прогоны, профнастил и др.) по пролету несущих конструкций покрытия (ферм, балок) натягивают страховочный канат, к которому монтажники пристегивают замки карабинов монтажных поясов (рис. 5.10).



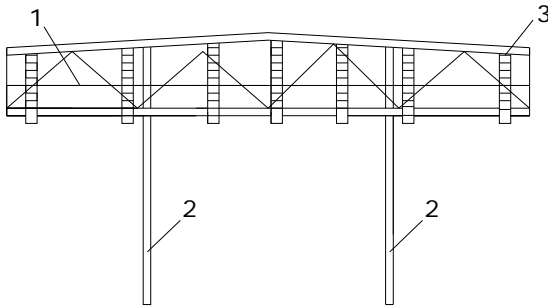


Рис. 5.10. Схема обустройства металлической фермы:  
 1 – страховочный канат; 2 – инвентарные распорки; 3 – навесные люльки

Для безопасной работы на высоте кроме лестниц и площадок применяют ограждения по плитам покрытия (рис. 5.11). Перед подъемом их крепят к плитам за монтажные петли клиньями (рис. 5.11, а) или с помощью специальных болтов (рис. 5.11, б).

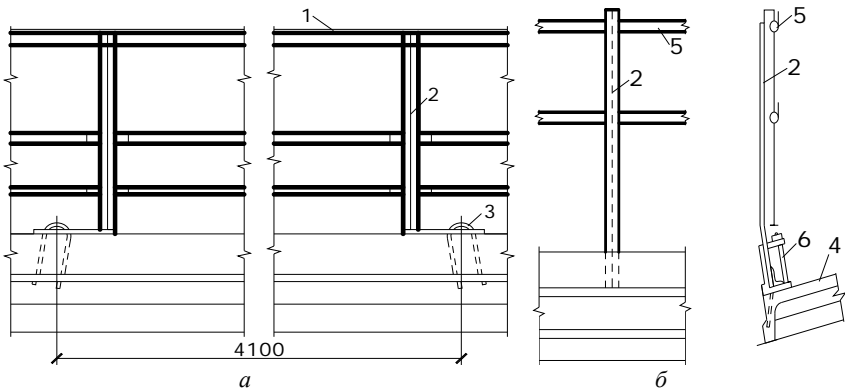


Рис. 5.11. Временное ограждение по плитам покрытия (перекрытия):  
 а – с закреплением к плитам клиньями; б – то же болтами;  
 1 – перила; 2 – стойка; 3 – клин; 4 – железобетонная плита; 5 – тросовое ограждение; 6 – болтовой элемент крепления

Помимо перечисленных средств на конструкциях закрепляют пеньковые канаты (оттяжки), стальные канаты (растяжки) и другие элементы, предназначенные для предотвращения раскачивания элементов, плавной наводки в проектное положение, дистанционной расстроповки (рис. 5.12) и выполнения других операций.

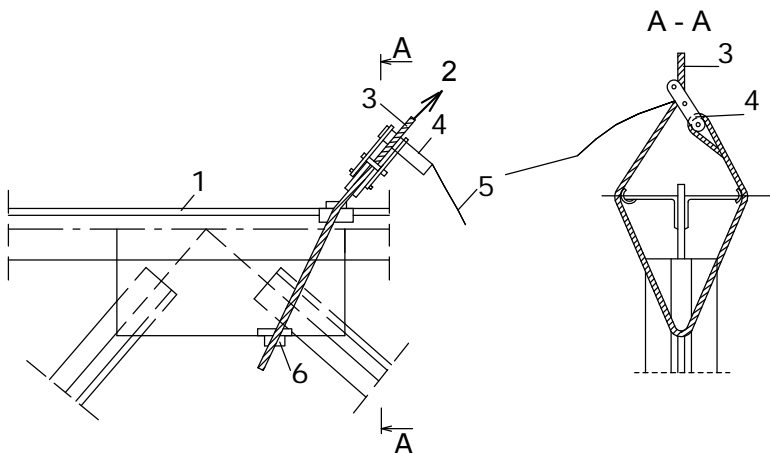


Рис. 5.12. Узел строповки фермы:

1 – ферма; 2 – крюк крана; 3 – стропы; 4 – полуавтоматический замок;  
5 – канат для дистанционной расстроповки; 6 – инвентарная подкладка под строп

### 5.3. Грузозахватные устройства. Технологическая оснастка

**Строповкой** называется операция по закреплению монтируемой конструкции к крюку крана с помощью захватного устройства – гибких стропов, захватов, траверс.

Захватные устройства должны обеспечивать удобные, быстрые и безопасные захват, подъем и установку монтируемой конструкции в проектное положение, а также возможность расстроповки конструкций с земли или непосредственно из кабины крана.

**Строп** – это съемное грузозахватное приспособление, изготовленное из стального каната, соединенного в кольцо, или снабженное подвесками для закрепления грузов. Стропы гибкие бывают двух основных видов – универсальные и облегченные (рис. 5.13).

Универсальные стропы (*строп СКК*) выполняют в виде замкнутой петли длиной 1,5–30 м из канатов диаметром 8,1–22,5 мм (рис. 5.13, а). Универсальными стропами захватывают конструкции путем их обвязки.

Облегченные стропы (*строп СКП*) изготавливают из каната диаметром 23,0–39,5 мм с закрепленными на обоих концах петлями на коушах, крюками или карабинами (рис. 5.13, б).

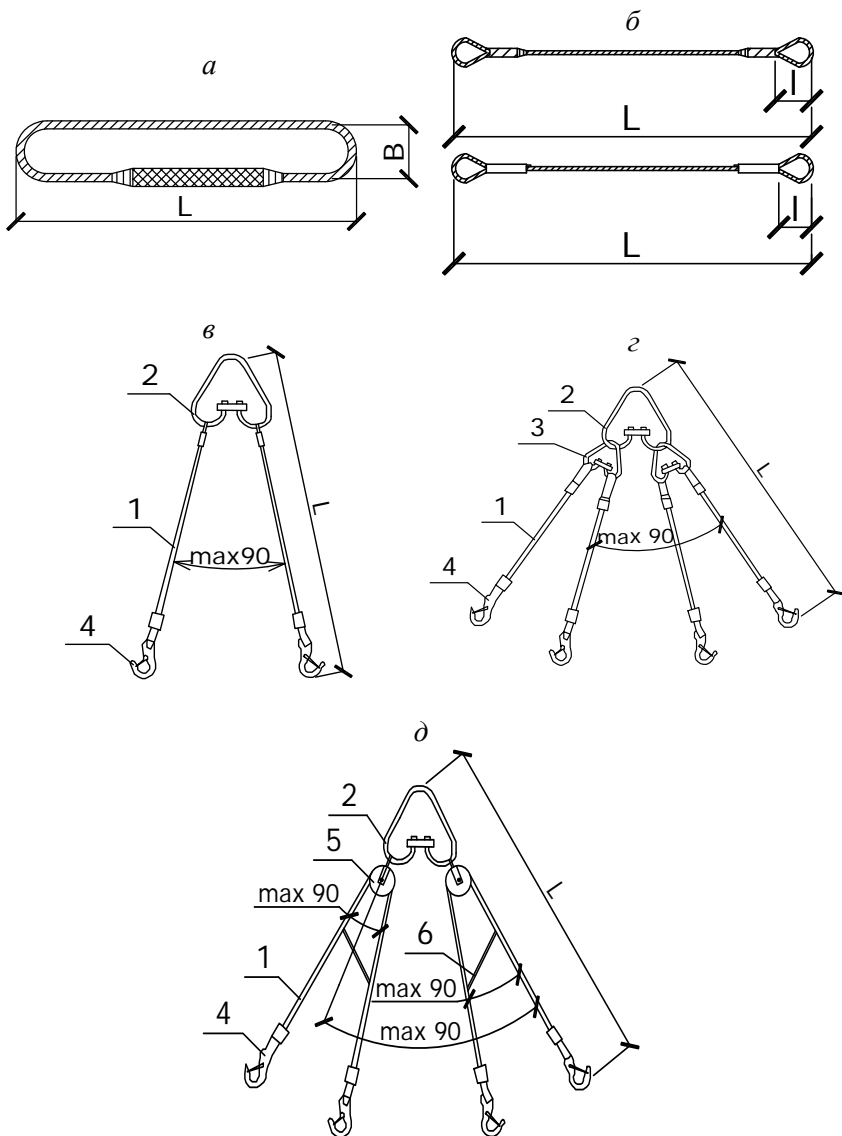


Рис. 5.13. Стропы тросовые (гибкие):  
*a* – универсальный; *б* – облегченный; *в* – тросовый двухветвевой 2СК;  
*г* – тросовый четырехветвевой 4СК1; *д* – тросовый четырехветвевой 4СК2  
с уравнительным звеном

Для подъема за две петли применяют тросовые двухветвевые стропы (*строп 2СК*), рис. 5.13, *в*, за четыре петли – тросовые четырехветвевые стропы (*строп 4СК1*), рис. 5.13, *з*, и тросовые четырехветвевые с уравнительным звеном (*строп 4СК2*), рис. 5.13, *д*.

Во время работы стропы изнашиваются от смятия, истирания в узлах, перетирания проволок об углы конструкций, перекручивания и ударов. Срок службы стропов, обычно составляющий от двух до трех месяцев, может быть увеличен за счет установки деревянных или стальных прокладок между стропами и поднимаемой конструкцией.

Для обеспечения безопасности и снижения трудоемкости работ применяют стропы с замками (захватами), которые обеспечивают дистанционную расстроповку, т. е. возможность снятия стропы без подъема к месту его закрепления. На рис. 5.14 показан пример захвата, позволяющий осуществлять дистанционную расстроповку.

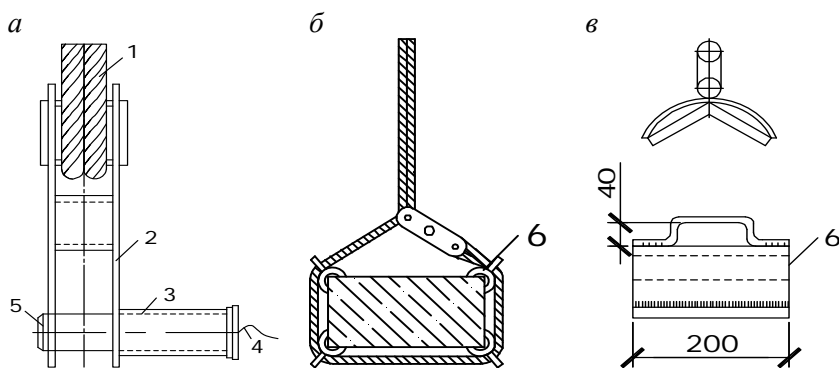


Рис. 5.14. Замок Смаля:

*а* – общий вид; *б* – схема строповки; *в* – инвентарная подкладка под строп;  
 1 – строп; 2 – корпус замка; 3 – пружина в трубе; 4 – канат для расстроповки;  
 5 – штырь; 6 – инвентарная подкладка

Наиболее распространен полуавтоматический замок Смаля. Замок состоит из проушины, прикрепленной к концу ветви стропы. Закрепление стропы после охвата конструкции фиксируется штырем, входящим в отверстие в проушине. Выпадению штыря при ослаблении натяжения препятствует пружина, которая его удерживает. При расстроповке штырь выдергивается канатом, направленным по оси штыря. Рабочие, выполняющие строповку и расстроповку,

повку конструкций (такелажники), должны пройти специальное обучение и быть аттестованы комиссией с выдачей им удостоверения о допуске к работе.

Тросовые стропы имеют следующий недостаток: для уменьшения сжимающих усилий, которые могут разрушить монтируемые длинномерные элементы при их подъеме, необходимо применять гибкие стропы значительной высоты подстрелового пространства.

Этот недостаток устраняется при использовании стропов с жесткими элементами – траверс или захватов.

Траверсы состоят из металлической балки или фермы с устройствами для захватов монтируемых элементов (рис. 5.15). Такая конструкция с подвешенными стропами позволяет исключить или уменьшить сжимающие усилия в поднимаемых элементах, возникающие от их массы при использовании гибких стропов. В качестве захватных устройств в траверсах используют облегченные стропы с крюками или карабинами на концах, а также захваты из двух металлических щек, которые, охватывая монтируемые элементы, удерживают их при помощи продетого в них штыря – клещевые и др.

Подбор траверс для монтажа типовых конструкций осуществляют по типовому каталогу унифицированных такелажных устройств. Траверсы для монтажа нетиповых конструкций и элементов (блоков покрытия и др.) изготавливают на основании расчетов, выполненных по действующим методикам применительно к металлическим сварным балкам и фермам.

Изделия без петель стропуют при помощи захватов. Разновидностью захватов являются:

- вилочный подхват для монтажа лестничных маршей с площадками;
- фрикционный захват для установки блоков мусоропроводов;
- пространственная жесткая траверса с откидными лапами-подхватами для монтажа шахт лифтов.

Строповку колонн выполняют с помощью универсальных и траверсных стропов, строп-захватов, захватов или полуавтоматических захватов. Строповку колонн универсальными стропами или строп-захватами производят в обхват. Траверсные стропы и захваты крепят с помощью круглого стержня (пальца), пропущенного через отверстие, оставленное в колонне при ее изготовлении (см. рис. 5.15).

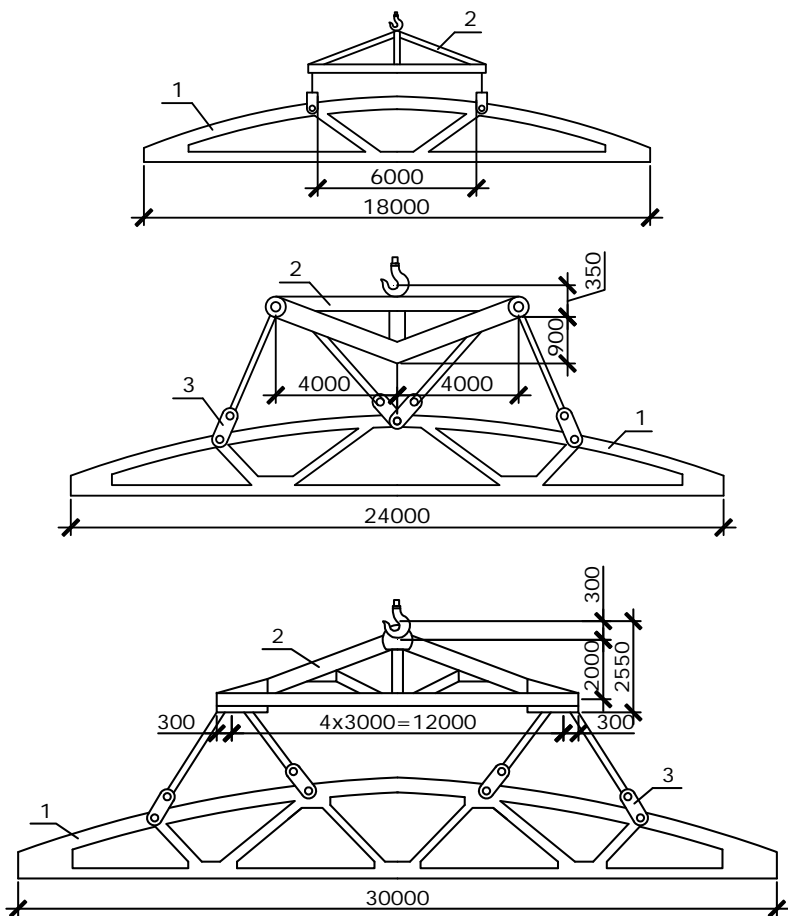


Рис. 5.15. Строповка железобетонных ферм с помощью траверс:  
 1 – монтируемая железобетонная ферма; 2 – траверса; 3 – полуавтоматический механический захват с дистанционной строповкой

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. 5.16).

Траверсы и захваты подвешивают к крюку крана за проушины или кольца, иногда при помощи стальных канатов.

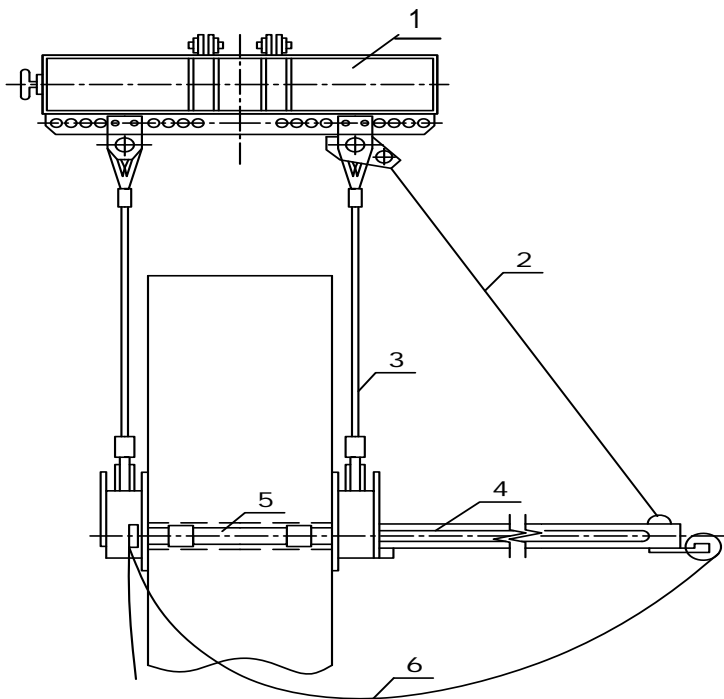


Рис. 5.16. Захват для монтажа железобетонных колонн:  
 1 – универсальная траверса; 2 – натяжная цепь; 3 – несущий канат;  
 4 – направляющий штырь; 5 – несущий палец; 6 – расстроповочный канат

Экономия стали и снижение времени на строповку и расстроповку железобетонных конструкций достигаются применением *беспетлевых захватов*. Конструктивно захваты выполняют механическими, электромагнитными и вакуумными.

С помощью механических захватов конструкция удерживается за счет фрикционного зацепления, зажима или подхвата за выступающие части. Электромагнитные захваты основаны на удерживании токопроводящих конструкций с помощью магнитного поля. Такие захваты используют преимущественно при монтаже и погрузочно-разгрузочных работах листовых металлоконструкций.

*Вакуумные захваты* применяют для подъема тонкостенных плоских конструкций. Конструкция удерживается за счет усилий, вызванных разрежением воздуха.

#### 5.4. Приспособления для временного закрепления и выверки конструкций

Выверка и временное крепление конструкций являются ответственными этапами монтажного процесса, обеспечивающими надежность работы здания или сооружения.

**Выверка** – это операция, обеспечивающая приведение конструкции в проектное положение. Она может быть визуальной или инструментальной. Визуальную выверку производят при высокой точности стыкуемых поверхностей. При этом используются стальные рулетки, шаблоны, линейки и другие средства измерения.

Инструментальную выверку осуществляют с использованием различных инструментов: теодолитов, нивелиров, лазерных приборов и устройств. Инструментальная выверка требует применения средств, обеспечивающих перемещение монтируемых конструкций в плане по высоте и вертикали. К ним относятся специальные виды кондукторов, рамно-шарнирных индикаторов, связевых систем, упоров, ограничителей и т. п.

*При монтаже колонн в фундаменты стаканного типа* для временного крепления и выверки используют жесткую заделку с помощью клиньев, которые выполняются из дерева, металла и железобетона. Для колонн сечением  $400 \times 400$  мм и менее с каждой стороны устанавливают по одному клину, а при сечении более 400 мм по два клина с каждой стороны. После замоноличивания стыков деревянные клинья необходимо обязательно извлекать, что требует больших затрат ручного труда.

С целью индустриализации процесса монтажа колонн используют различные системы кондукторного типа, которые позволяют при меньших усилиях и трудозатратах проводить более качественную выверку и временное крепление колонн (рис. 5.17).

При установке и выверке обязательным условием является поддержание колонн с помощью крана, что приводит к потере производительности кранов и увеличению технологических перерывов. Для увеличения производительности кранов кондукторы заранее устанавливают и крепят на стаканы фундаментов или оголовки ранее смонтированных колонн. Кондуктор снимают после достижения бетоном в стыке не менее 50 % проектной прочности.



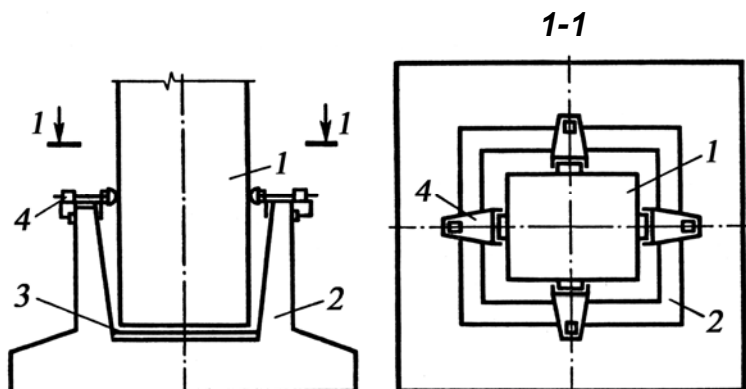


Рис. 5.17. Временное крепление колонны в стакане фундамента с помощью раздельного кондуктора:  
 1 – колонна; 2 – стакан фундамента; 3 – подливка опорной поверхности; 4 – выверочно-крепёжное приспособление

Простейшими средствами для временного крепления и выверки многоэтажных колонн, а также колонн для зданий с безбалочными перекрытиями служат наклонно-связевые системы. Средствами выверки и крепления служат подкосы и струбцины (рис. 5.18), которые шарнирно соединяются с хомутами и основанием конструкций. При расположении в двух взаимно перпендикулярных плоскостях такие системы позволяют с достаточной степенью точности проводить выверочные работы.

Для монтажа железобетонных конструкций многоэтажных зданий используют пространственные кондукторно-связевые системы в виде плоских и пространственных кондукторов.

Плоские кондукторы используют для монтажа рам. Кондуктор представляет собой пространственную конструкцию, которая устанавливается в строго проектное положение и служит базовым элементом. К кондуктору закреплены струбцины для временного крепления четырех рам с одной позиции. Рамы удерживаются в вертикальной плоскости горизонтальной связью в виде ригеля со струбциной. После выверки и закрепления рам кондуктор переносится на новое рабочее место.

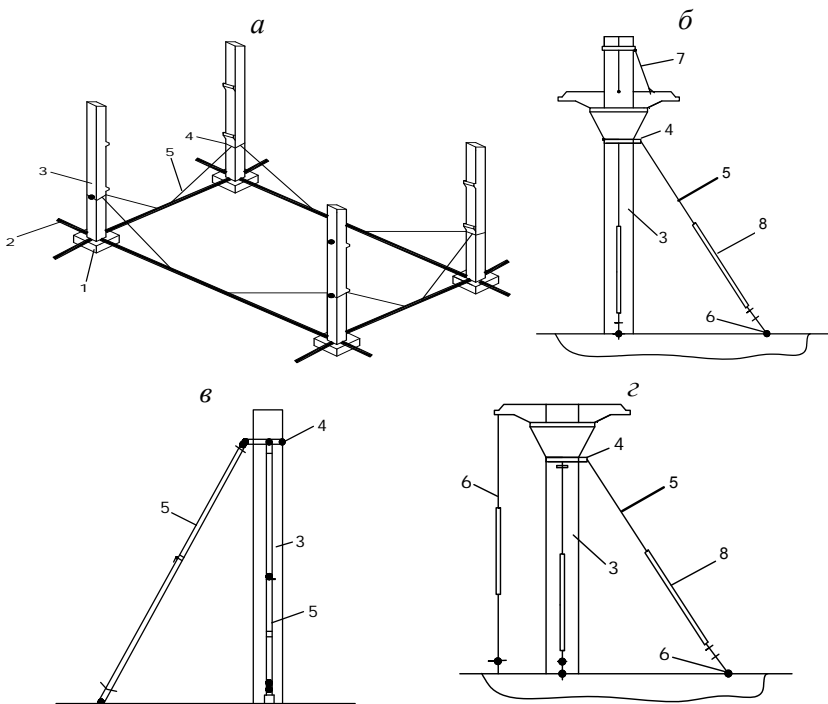


Рис. 5.18. Наклонно-связевые средства для выверки и крепления колонн:  
*а* – для монтажа многоэтажных колонн; *б* – то же для зданий с безбалочными перекрытиями; *в* – схема установки подкосов; *г* – то же подкосов и стоек;  
 1 – фундамент; 2 – распределительная балка; 3 – колонны; 4 – хомут;  
 5 – подкос; 6 – шарнирное крепление подкоса к плите перекрытия;  
 7 – винтовая стяжка; 8 – телескопическая стойка

В практике многоэтажного строительства используют рамно-шарнирные индикаторы (РШИ). Рамно-шарнирный индикатор (РШИ), рис. 5.19 и 5.20, состоит из плавающей шарнирной рамы с системой смонтированных на ней хомутов-упоров, связей, тяг и фиксаторов. РШИ устанавливают на междуэтажном перекрытии. Он позволяет обеспечить в проектном положении временное крепление элементов каркаса с заданной точностью. Для удобства ведения работ индикатор снабжается системой подмостей и поворотных люлек. Для временного крепления колонн по углам рамы установлены четыре хомута-упора, которые фиксируют монтируемые элементы по граням и могут занимать транспортное и рабочее положение.

ния. Хомуты-упоры не препятствуют установке ригелей и распорных плит. В процессе установки колонны ее прижимают хомутами к двум граням. В хомутах имеются вставки, позволяющие монтировать колонны сечением  $400 \times 400$ ;  $300 \times 300$  и  $400 \times 600$  мм.

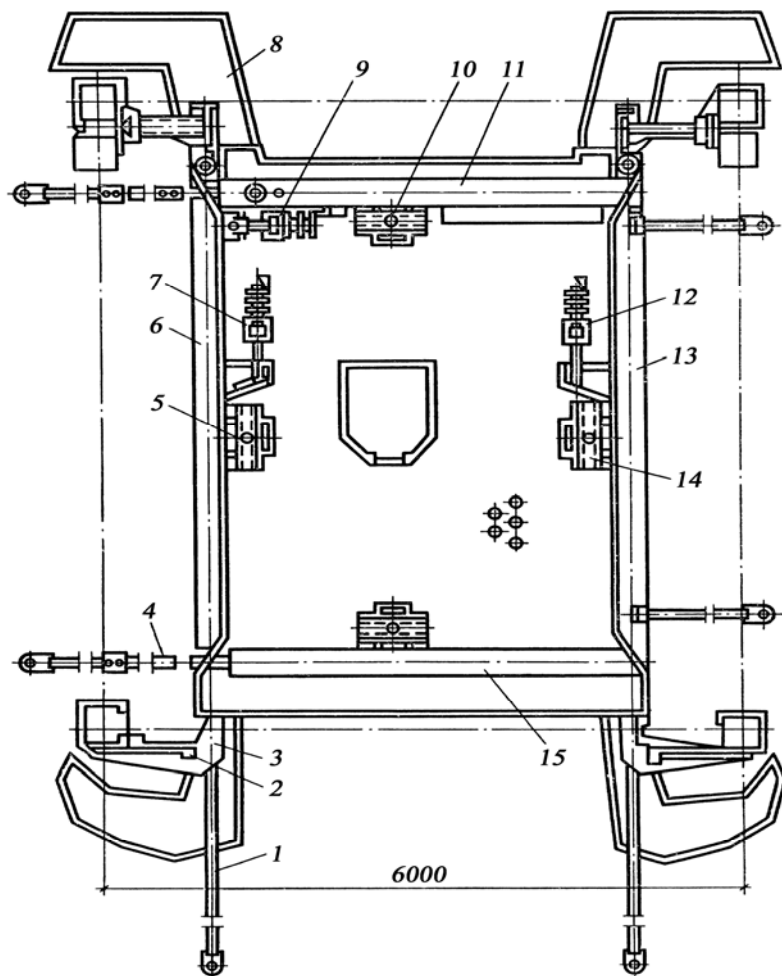


Рис. 5.19. Рамно-шарнирный индикатор (план):

1 – продольная тяга; 2 – натяжное устройство хомута; 3 – поворотный хомут; 4 – поперечная тяга; 5, 14 – тормозные узлы крепления рамы; 6, 13 – продольные балки; 7, 9, 12 – механизмы передвижения; 8 – откидной хомут; 10 – тормозные узлы крепления рамы; 11, 15 – поперечные балки

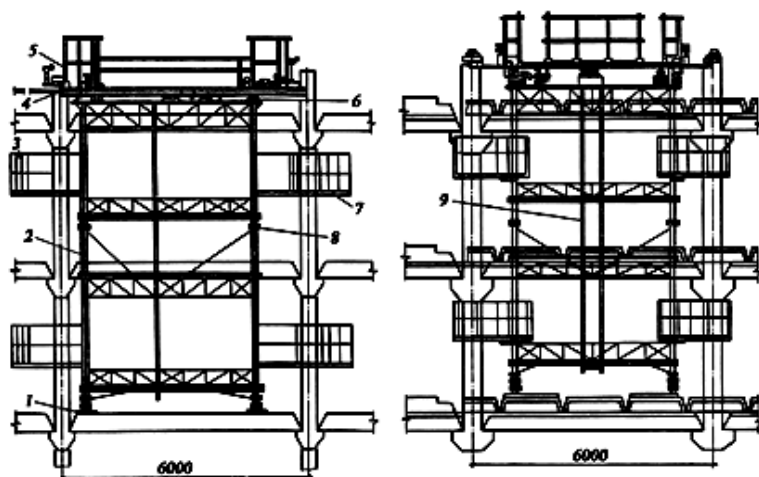


Рис. 5.20. Рамно-шарнирный индикатор (общий вид):

- 1 – деревянная подкладка; 2 – пространственные кольцевые подмости;  
 3, 7 – выдвижные поворотные люльки; 4 – шарнирный индикатор; 5 – ограждение;  
 6 – шарнирные опоры; 8 – разъемный фланцевый стык; 9 – лестница

### 5.5. Методы монтажа строительных конструкций при реконструкции

Применяемые методы монтажа конструкций зависят от степени укрупнения монтажных элементов, последовательности установки конструктивных элементов в пролетах и по вертикали, способа и точности наводки конструкций на опоры, средств временного крепления и выверки, конструктивных особенностей зданий.

В зависимости от степени укрупнения различают:

– *монтаж элементами конструкций*, который основан на сборке конструкций в проектное положение из отдельных элементов. Этот метод характеризуется значительной трудоемкостью и неполной загруженностью из-за большой разницы в массах различных элементов кранового оборудования;

– *монтаж конструктивными элементами или узлами* – базируется на подъеме и установке в проектное положение отдельных крупных конструктивных элементов (панели, колонны, плиты, фермы, балки и т. д.), требует минимума затрат на подготовительные работы; широко применяется при возведении промышленных и гражданских зданий; особенно эффективен при монтаже «с колес»;

– *блочный монтаж* характеризуется тем, что возведение зданий и сооружений осуществляется из геометрически неизменяемых плоских или пространственных блоков, предварительно собранных из отдельных элементов на земле. Массу блоков доводят до максимально возможной грузоподъемности монтажных механизмов. В процессе укрупнения конструкций в блоки на земле выполняют целый ряд работ, технологически следующих за монтажом конструкций, это: антикоррозийная защита и окраска конструкций, устройство кровли, остекление фонарей, электротехнические работы и др.

За счет выполнения целого ряда технологических процессов на земле уменьшается объем вспомогательных работ (устройство подмостей, лесов и др.), повышаются производительность труда и качество выполнения работ, что приводит к сокращению продолжительности и стоимости строительства в целом.

В зависимости от конструктивных особенностей зданий и сооружений и условий работы конструкций различают следующие методы монтажа:

– на сплошных подмостях, поддерживающих конструкцию в процессе монтажа и воспринимающих нагрузку от ее массы, осуществляют монтаж большепролетных арок, сводов, оболочек;

– с использованием временных стационарных или передвижных опор – производится монтаж из отправочных марок (отдельных пролетных элементов конструкции) конструкций больших пролетов и большой массы – трехшарнирных арок, металлических распорных конструкций;

– *полунавесная сборка*, которая базируется на том, что в процессе монтажа конструкция удерживается временными растяжками или частью устанавливается на поддерживающие опоры, например: монтаж куполов, пологих арок, многопролетные конструкции балочного типа;

– *навесная сборка* – осуществляется без дополнительных опор, образуя временную консольную систему. Применение такого способа возможно только для таких сооружений, конструктивные особенности которых обеспечивают необходимые в процессе монтажа прочность и устойчивость собираемых консолей большого вылета.

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 назначения. 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 метод монтажа*, предусматривающий 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.

*В зависимости от сборки конструкций по вертикали* различают методы монтажа:

– *наращивание* – последовательный монтаж элементов конструкции снизу вверх. Это традиционный метод возведения многоэтажных зданий;

– *подращивание* заключается в том, что на земле сначала собирают самый верхний ярус сооружения и приподнимают его на отметку, несколько превышающую высоту нижележащего яруса; нижележащий ярус собирают уже под поднятым ярусом или подают предварительно собранный и стыкуют его с верхним. Далее секция из двух ярусов приподымается на отметку, соответствующую высоте третьего яруса; последующий (третий) ярус также собирается на земле и аналогично монтируется к первым двум. Так продолжается до возведения сооружения на всю высоту.

*В зависимости от способа установки конструкций в проектное положение (на опоры)* наиболее часто используют следующие методы монтажа:

– *подъем поворотом* используется при монтаже сооружений, имеющих большую высоту: опоры линий электропередачи, радио- и телевизионные мачты, дымовые трубы и др. Суть метода: сооружение собирают в горизонтальном (или близком к нему) положении у места установки, опорную часть закрепляют с использованием поворотного шарнира к фундаменту и поворотом устанавливают в проектное положение;

– *надвижка* – способ монтажа конструкций, предварительно собранных вблизи места их установки и перемещенных на место установки по направляющим рельсам. Надвижка осуществляется преимущественно с помощью лебедок или горизонтальных домкратов. Методом надвижки монтируют конструкции покрытий зданий, пролетные строения мостов, доменные печи. Этот метод позволяет выполнить работы в кратчайшие сроки, совмещая подготовку к надвижке с другими работами.

Реже для установки конструкций в проектное положение используют:

– *катку по направляющим роликам* (применяется для монтажа покрытий зданий и горизонтальных цилиндрических конструкций);

– *стягивание противоположных опор конструкций* (выполняют с помощью полиспастов или гидравлических домкратов, а затем монтируют блоки деревянных полуарок);

– *метод скольжения* используется для установки блоков полуарок и полностью собранных в блоки инженерных сооружений: вертикальные аппараты нефтеперерабатывающих и химических заводов.

В зависимости от способа наводки монтируемого элемента на опоры различают следующие способы:

– *свободный монтаж*, основанный на наводке конструкции на опоры направляющими движениями в процессе ее свободного перемещения. Недостатками данного способа являются повышенная сложность и высокая трудоемкость работ, возникающих за счет необходимости выполнения выверочных, крепежных и других операций на высоте;

– *ограниченно-свободный монтаж* – выполняется с применением различных монтажных приспособлений (индивидуальные и групповые кондуктора, упоры, фиксаторы), облегчающих наводку конструкции в одном или нескольких направлениях. Благодаря этому обеспечивается снижение трудозатрат на временное крепление и выверку, достигается повышение производительности кранового оборудования за счет снижения монтажного цикла;

– *принудительный способ монтажа* конструкций достигается полным ограничением их проектного положения применением фиксирующих и соединительных устройств в стыках элементов.

В зависимости от точности установки конструкций на опоры применяют:

– *монтаж с выверкой конструкций* перед постановкой постоянных монтажных креплений в узлах. Такой метод применяют при монтаже сборных железобетонных конструкций: колонн, балок, ферм, стеновых панелей бескаркасных зданий и др.;

– *безвыверочный метод монтажа* состоит в установке элементов без последующей их рихтовки, что возможно при повышенной точности изготовления отправочных элементов конструкций, применения фиксирующих и соединительных устройств в стыках элементов, подготовке опорных поверхностей фундаментов или применение специальной технологической оснастки, обеспечивающей наиболее высокие темпы и качество монтажа. Таким методом монтируют стальные конструкции: колонны, балки, фермы и др.

Методы монтажа конструкций являются определяющими при разработке технологии производства монтажных работ.

Выбор методов монтажа производится путем технико-экономического анализа с учетом определяющих факторов: конструктивных особенностей здания, массы элементов, рельефа площадки и требуемых площадей, наличия монтажного оборудования, директивных сроков строительства.



## 5.6. Грузоподъемные машины для монтажных работ при реконструкции

В качестве грузоподъемных машин при производстве монтажных работ используются краны различных видов, а также подъемники и лебедки.

**Монтажные краны.** На монтаже строительных конструкций применяют следующие виды кранов: стреловые самоходные, башенные, козловые, специальные краны.

К самоходным стреловым относятся: пневмоколесные и гусеничные краны; автомобильные и тракторные.

*Стреловые самоходные краны* благодаря своей мобильности и маневренности широко применяют при монтажных работах. Их удельный вес в парке передвижных кранов достигает 82 %.

Стреловые самоходные краны выпускают грузоподъемностью от 5 до 250 т.

Большинство пневмоколесных и гусеничных кранов оснащено оборудованием в виде вставок для увеличения длины стрелы, а также гуськами, позволяющими увеличить вылет крюка при небольшом наклоне стрелы. Автомобильные краны для увеличения длины стрелы снабжены телескопическими стрелами. Это придает стреловым кранам универсальность, так как позволяет монтировать здания различной высоты, поднимать элементы различной массы при различных вылетах крюка.

Оснащение башенно-стреловым оборудованием позволяет значительно расширить область применения стреловых кранов. Такое оборудование дает возможность применять краны на монтаже конструкций высоких и объемных зданий, осуществлять монтаж элементов через ранее смонтированные конструкции и вести монтаж не заходя в монтируемый пролет здания. Последнее обстоятельство имеет существенное значение при наличии в монтируемом пролете ранее выполненных фундаментов под оборудование или других подземных сооружений.

*Стреловые краны на гусеничном ходу* широко применяются при монтаже конструкций промышленных и гражданских зданий (рис. 5.21, а) и особенно эффективны при монтаже конструкций нулевого и надземного цикла (первый ярус многоэтажных каркасно-панельных зданий). Гусеничные краны благодаря низкому удель-

ному давлению на грунт (0,6–2,4 МПа) обладают высокой проходимостью по грунтовым площадкам и дорогам, а также хорошей маневренностью. Развитый опорный контур в виде гусеничных тележек позволяет передвигаться в пределах монтажных зон с грузом на крюке, масса которого составляет до 80 % наибольшей грузоподъемности (поперек гусениц) и до 100 % (вдоль гусениц) при основной стреле. При окончании работ на объекте и перевозке на новое место выполняют полную или частичную разборку крана. Степень разборки кранов при их перевозке зависит от способа и расстояния транспортировки, вида ходового оборудования, размеров и массы крана.

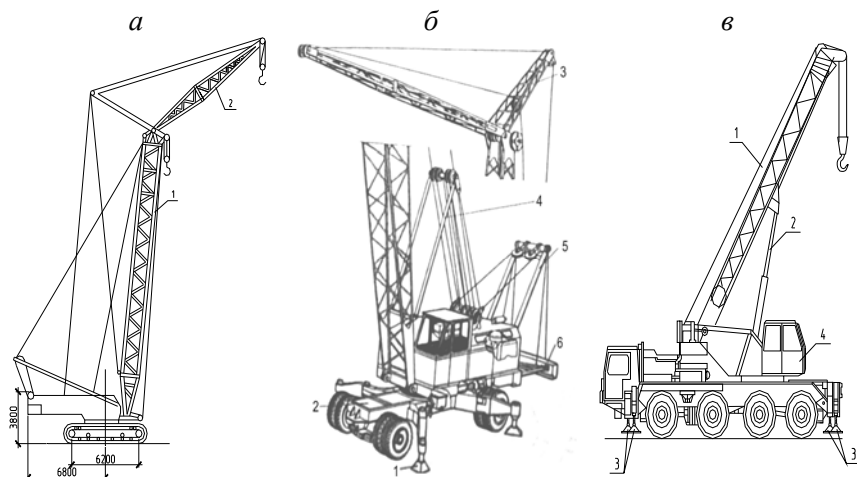


Рис. 5.21. Самоходные строительные краны:

- а* – гусеничный кран МКГС-100 с гуськом: 1 – основная стрела; 2 – управляемый гусек; *б* – пневмоколесный кран КС-5363В: 1 – выносная опора; 2 – шасси; 3 – гусек; *в* – автомобильный кран ЛТМ 1050-4 повышенной проходимости: 1 – телескопическая стрела с гуськом; 2 – гидроцилиндры изменения вылета стрелы; 3 – выносные опоры; 4 – кабина управления; 4 – стойка; 5 – монтажная стойка; 6 – дополнительный выдвижной противовес

На расстояния до 10 км стреловые краны на гусеничном ходу могут перемещаться по грунтовым дорогам собственным ходом. На более отдаленные расстояния их перевозят на трейлерах грузоподъемностью до 40 т и на железнодорожных платформах грузоподъемностью 60 т.

*Стреловые краны на пневмоколесном ходу* мобильнее гусеничных. Они выпускаются грузоподъемностью от 16 до 100 т (рис. 5.21, б). Применяют их в основном на монтаже фундаментов и конструкций промышленных и гражданских зданий, а также при обслуживании складов конструкций и площадок укрупнительной сборки. Продолжительность и трудоемкость монтажно-демонтажных операций рабочего оборудования пневмоколесных кранов зависят от его длины и наличия гуська. В зависимости от расстояния краны транспортируются на буксире или до 50 км своим ходом.

*Стреловые автомобильные краны* характеризуются высокой мобильностью при перебазировке с одной строительной площадки на другую и высокой маневренностью на строительных площадках при хороших дорожных условиях (рис. 5.21, в). Они выпускаются грузоподъемностью до 80 т (кран КС-6472 при вылете стрелы 3,5 м). Телескопическая стрела может изменять свою длину с грузом на крюке, что позволяет монтировать элементы в труднодоступных местах и проносить их среди ранее смонтированных конструкций. Недостатками автомобильных кранов являются невозможность управлять механизмом подъема и движения крана с одного рабочего места (из одной кабины) и необходимость в большинстве случаев вести работу при постановке крана на выносные опоры.

Автомобильные краны применяют в основном на погрузочно-разгрузочных работах и на монтаже зданий небольшой высоты и из элементов небольшой массы. Целесообразно применять их при расщепленном расположении объектов и в сельском строительстве.

*Стреловые железнодорожные краны* применяют в строительстве преимущественно при погрузочно-разгрузочных работах, работах нулевого цикла, обслуживании площадок укрупнительной сборки, на складах, имеющих железнодорожные пути. Грузоподъемность таких кранов – от 9 до 30 т, стреловое оборудование монтируется непосредственно на поворотной платформе или на одной-двух секциях башни.

*Башенные краны* являются распространенными средствами механизации монтажных работ и вертикального транспорта в строительстве. Они составляют около 18 % парка передвижных кранов.

Выпускают башенные краны грузоподъемностью до 25 т и высотой подъема крюка до 83 м. В машинном парке башенные краны

представлены в основном грузоподъемностью 5–10 т и высотой подъема 21–40 м.

По конструкции башенные краны делятся на краны с поворотной платформой и неповоротной башней.

По возможности перемещаться по фронту возводимого здания башенные краны делятся на передвижные, приставные, стационарные и самоподъемные (рис. 5.22).

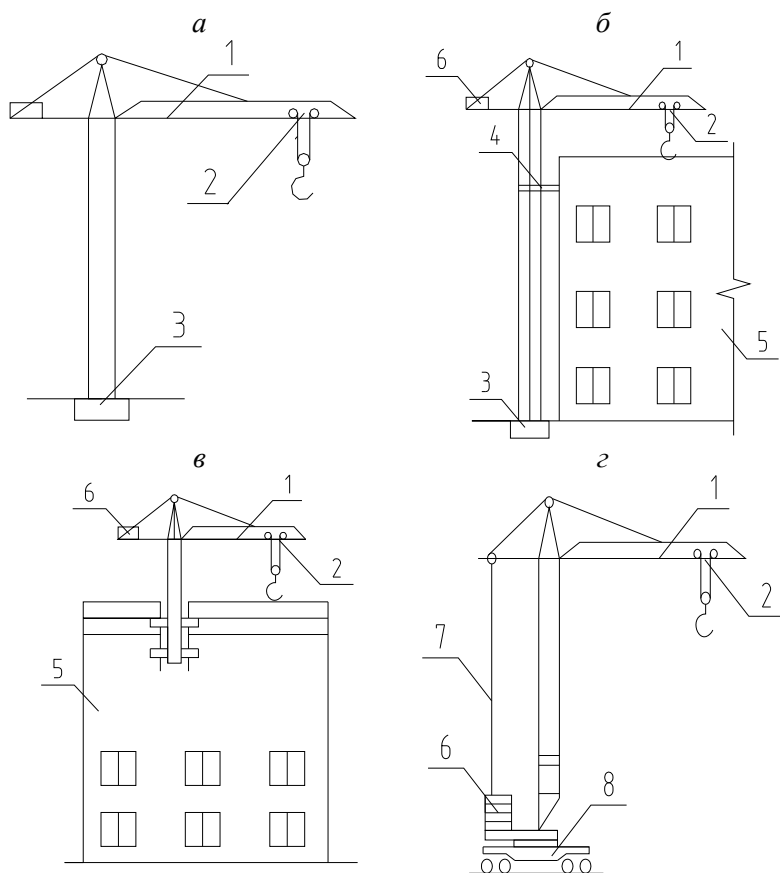


Рис. 5.22. Башенные краны:

*a* – стационарный кран; *б* – приставной кран; *в* – самоподъемный кран;  
*г* – передвижной кран;

1 – стрела; 2 – грузовая тележка; 3 – фундамент; 4 – настенные опоры;  
 5 – здание; 6 – противовес; 7 – стреловой полиспаст; 8 – ходовая рама

В настоящее время преимущество отдается кранам, оснащенным балочной стрелой. Из 11 выпускаемых модификаций башенных кранов 6 имеют балочные стрелы. Объясняется это тем, что балочные стрелы за счет плавного перемещения монтируемых конструкций обеспечивают высокую точность наведения конструкций при производстве монтажных работ.

В подавляющем большинстве при возведении жилых и промышленных зданий используются башенные краны передвижные по рельсовым путям с поворотной платформой. Такие краны сконструированы в так называемом мобильном исполнении, обеспечивающем их быстрое перебазирование.

Разработаны универсальные башенные краны, которые до определенной высоты работают как свободностоящие, а выше – как приставные.

*Приставные башенные краны* используются при монтаже конструкций на отметках выше 70 м. Они не перемещаются по фронту работ, а опираются на рамы, которые закрепляются на монолитном фундаменте. Приставные краны перевозятся на объекты в разобранном на укрупненные узлы виде и монтируются с помощью автомобильных кранов и монтажной стойки.

*Козловые краны* чаще используют на погрузочно-разгрузочных и складских работах, а также на площадках укрупнительной сборки; при возведении одноэтажных промышленных зданий, в пролетах которых монтируется тяжелое технологическое оборудование. В гражданском строительстве такие краны применяют при монтаже зданий из объемных элементов (рис. 5.23).

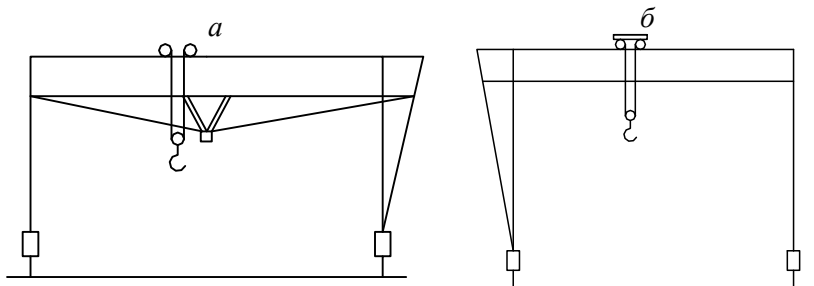


Рис. 5.23. Козловые краны:  
а – с преднапряженным ригелем; б – монтажный

Технические характеристики козловых кранов, используемых для монтажных работ, следующие:

- высота подъема крюка – от 18 (К-308) до 31 м (УКП);
- грузоподъемность – от 15 (УК-15-50) до 200 т (КМК-200).

*Специальные краны* используют для монтажа элементов конструкций некоторых сооружений. Например, высотные сооружения монтируют с помощью переставных кранов. Для монтажа радиомачт, башен применяют самоподъемные (ползучие) краны. Тяжелые конструкции поднимают в проектное положение ленточными или стоечными подъемниками, оборудованными гидравлическими домкратами. В некоторых случаях на монтаже строительных конструкций используют специальные вертолеты-краны.

*Мачты, шевры и порталы* в связи с наличием в строительномонтажных организациях большой номенклатуры мощных самоходных кранов (грузоподъемностью до 320 т) в настоящее время применяют только в исключительных случаях:

для подъема конструкций большой массы, устанавливаемых в небольших количествах;

в особых условиях монтажа, когда краны не могут быть применены.

*Подъемники и вышки автомобильные* предназначены для подъема на высоту только рабочих, инструмента и небольших порций материала и используются при производстве работ при монтаже плит покрытия (1-я плита), стеновых панелей, реже при монтаже несущих конструкций и подкрановых балок.

Подъемники коленчатые рычажные и вышки монтируются на шасси грузовых автомобилей, что обеспечивает их высокую маневренность и мобильность. Привод подъемников, гидравлический или механический, осуществляется от двигателя автомобиля.

Принятая индексация подъемников и вышек автомобильных соответствует их рабочим параметрам:

*АПП-22* – автомобильный гидравлический подъемник с высотой подъема 22 м;

*ВТ-23* – вышка телескопическая, высота подъема 23 м;

*ВРТ-35* – вышка рычажная телескопическая, высота подъема 35 м.

## Глава 6. БЕТОННЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

### 6.1. Особенности применения монолитного и сборно-монолитного железобетона

В Республике Беларусь лидирующим направлением технического прогресса в строительстве является применение сборного железобетона. Предприятия сборного железобетона имеют общую годовую мощность около 8 млн м<sup>3</sup>. Предпринимаются меры по совершенствованию конструкций и методов заводского производства.

Многоэтажные жилые дома в цельномонолитном и сборномонолитном исполнении, обладая отдельными положительными особенностями, сохранили традиционные недостатки: большую приведенную массу зданий (до 2–2,2 т/м<sup>2</sup> общей площади), значительную ресурсоемкость, жесткость планировки, несоответствие новым теплотехническим требованиям и др.

Эффективное внедрение при реконструкции монолитного и сборно-монолитного бетона требует значительного повышения технического уровня, его технологической постановки: совершенствование опалубки, методов армирования, приготовления бетонных смесей, транспортирования, укладки и выдерживания.

Однако вопрос низкой оборачиваемости и ресурсоемкости еще не решен. Пока на каждый миллион кубометров уложенного монолитного бетона в республике расходуется около 1200 т стали, 40 тыс. м<sup>3</sup> леса и для сборки и разборки опалубки требуется около 900 рабочих.

При применении опалубочных систем в современном исполнении (стальной каркас из специальных перфорированных профилей, палуба из гидрофобизированной фанеры, быстроразъемные крепления и т. д.) приведенная масса опалубки не должна превышать 35–40 кг/м<sup>2</sup>, оборачиваемость опалубки могла быть доведена до 300 раз. При этом расход стали мог бы быть снижен вдвое, а леса – в четыре раза.

Одним из направлений повышения технического уровня реконструкции является переход на эффективные виды арматуры, включая ненапрягаемую, с пределом текучести до 600 МПа, холоднотянутую проволоку повышенной прочности, арматуру с винтовым профилем, бессварочные способы соединений.

Основные объемы бетонных смесей приготавливаются на бетонорастворных установках, которые из-за несовершенства конструкции используются как стационарные, причем их годовая выработка составляет не более 15–20 % от проектной.

Вместе с тем повсеместно применяются мобильные автоматизированные БСУ, собираемые из технологических транспортабельных блоков-модулей. Их перебазирование занимает от нескольких часов до нескольких дней, мощность таких автоматизированных установок от 10 до 100 м<sup>3</sup>/ч.

Существующий парк бетоносмесителей при реконструкции должен пополняться автобетоносмесителями с барабаном вместимостью от 4 до 6 м<sup>3</sup> с улучшенным оперением, установкой автономного двигателя (для машин с барабаном 6 м<sup>3</sup>), а также автобетоносмесителями с фронтальной разгрузкой.

Широкая гамма полифункциональных комплексных добавок позволяет в течение 18 ч набирать прочность до 25 МПа.

Для реконструкции зданий, сооружений и конструкций из монолитного бетона и железобетона выпускаются промышленные опалубочные системы «ПЕРИ», «ПАШАЛ», «НОЕ», «УТИНОРД», «ЭКРОУ» и др., состоящие из крупно- и мелкощитовых опалубок. В них палуба изготавливается из водостойкой модифицированной гидрофобными составами фанеры, каркас – из специальных перфорированных гнутых или катанных оцинкованных металлических профилей.

Выбор рационального типа опалубочной системы зависит от вида реконструкции, конструктивной схемы здания и вида конструкций.

Для пристройки зданий регулярной планировки с узким шагом поперечных несущих стен применяются туннельные цельнометаллические опалубки, которые позволяют с одной установочной позиции возводить монолитные стены и перекрытия.

Для устройства стен и перекрытий при реконструкции наибольшее распространение получают крупнощитовые и столовые опалубки, которые доставляются на строительную площадку в пакетах, и сборка их производится непосредственно на месте. Размеры опалубок легко трансформируются, что расширяет область их применения.

Для реконструкции зданий и сооружений с большими опалубиваемыми плоскостями применяются модульные крупнощитовые опалубки с несущим каркасом из тонкостенного металлического коробчатого, прямоугольного или специального профиля и палубой



из водостойкой фанеры. Применение крупнощитовых опалубок сокращает трудозатраты на монтаж примерно в 1,5 и на демонтаж – в 2 раза по сравнению с мелкощитовыми, их габариты не позволяют возводить конструкции малых размеров и сложной конфигурации (конструкции криволинейные, круглые в плане и др.), что ограничивает область их применения.

Для рамных конструкций колонн, ригелей, ленточных фундаментов и других конструкций относительно небольших размеров или сложных очертаний в плане применяются мелкощитовые опалубки. Наибольшая масса щитов таких опалубок обычно не превышает 40 кг, что исключительно важно при реконструкции, поскольку позволяет монтировать их вручную, или монтажными кранами после укрупнительной сборки в панели.

При реконструкции промышленных зданий наиболее рационально использование следующих видов опалубок:

- для возведения фундаментов, колонн, рамных конструкций, монолитных вставок – мелкощитовой опалубки;

- возведения подвалов, технологических туннелей, резервуаров, очистных сооружений и других конструкций с большими объемами – крупнощитовой опалубки.

Для возведения стен подвалов наиболее эффективно применять блочно-щитовую опалубку, использование которой позволяет в 1,4 раза уменьшить трудозатраты на монтаж и демонтаж по сравнению с крупнощитовой.

Интенсивное строительство монолитных каркасных систем здания базируется на применении способа ранней распалубки монолитных перекрытий с применением страховочных стоек, использованем технологии стол-опалубки для перекрытий, каскадной технологии, технологии возведения наружных стен с системой различных подмостей, технологии возведения лифтовых шахт и монолитных лестниц и т. д.

В настоящее время в мировой практике преобладает тенденция отказа от мощных стационарных бетонорастворных заводов в пользу быстро монтирующихся бетоносмесительных установок, собираемых из оснащенных технологическим оборудованием транспортно-бетельных блоков-модулей. Монтаж установок, в зависимости от мощности, занимает от нескольких часов до нескольких дней, при этом мобильные бетоносмесительные установки имеют номенклатуру: 10; 15; 25; 35; 45 и 60 м<sup>3</sup>/ч.

При переходе на более совершенные конструкции БСУ необходимо обеспечить автоматизированное управление всеми операциями по приготовлению бетоносмесей.

В новых БСУ мощностью 45 и 60 м<sup>3</sup>/ч должны быть автоматизированы основные операции:

хранение в памяти до 100 рецептов смесей, корректировка рецептов, дозирование составляющих и добавок, перемешивание и выдача потребителям готовой смеси в автоматизированном режиме;

отображение хода технологического процесса на видеотерминале;

диагностика состояния технических средств и технологического оборудования;

регистрация расхода компонентов смеси.

БСУ мощностью до 15 м<sup>3</sup>/ч могут быть оборудованы упрощенной полуавтоматической системой управления, при которой загрузку, дозирование, выгрузку компонентов смесителей оператор производит дистанционно с пульта.

Наиболее практичными и универсальными машинами для перевозки готовых и отдозированных бетонных смесей являются автобетоносмесители. Они позволяют увеличивать плечи перевозок при реконструкции без снижения качества бетонной смеси.

Используется широкая номенклатура автобетоносмесителей с вместимостью барабана от 4 до 10 м<sup>3</sup> высотой разгрузки до 2–2,5 м.

Для новых машин должны быть учтены все новшества из практики реконструкции: усовершенствованное лопастное оперение, защитная пластиковая футеровка барабана, установка автономного двигателя (для машин с барабаном 6 м<sup>3</sup>) и др.

Для внутриобъектного транспортирования бетонных смесей предпочтительно использовать бетононасосы, совмещающие в одном процессе вертикальное и горизонтальное транспортирование смеси, непрерывность и интенсивность подачи, минимум потерь, возможность бетонирования по напорной технологии и др. При реконструкции преимуществом бетононасосов является то, что их эксплуатация требует нормализации всей технологической цепочки («Швинг», «Штеттер», «Путцмаистер», «Динд-Плащер», «Хайн-Памп», «Блоднокс», «Пласси»).

Наряду с применением бетононасосов для внутриобъектного транспортирования бетонных смесей при реконструкции и впредь будут широко использоваться башенные краны с подачей бетонной

смеси по схеме «кран-бадья». При технологической совместимости бадей с краном можно на 30–40 % увеличить его производительность и в два–три раза снизить трудоемкость подачи бетонной смеси.

Важнейшее значение для обеспечения высоких темпов реконструкции зданий из монолитного бетона и железобетона имеет интенсификация твердения бетона после его укладки в конструкцию: применение в качестве ускорителей твердения бетона различных химических добавок, эффективных комплексных добавок, гарантирующих долговечность бетона.

Высокие темпы бетонирования могут быть достигнуты лишь при распалубке конструкций сразу по достижении бетоном распалубочной прочности. Распалубка до этого момента может нарушить прочность конструкции, а снятие опалубки в более поздние сроки не только снижает темп реконструкции, но и увеличивает расход энергии и повышает удельные затраты на амортизацию опалубки и оборудования, поэтому особое значение имеет контроль за нарастанием прочности бетона в раннем возрасте.

Более оперативным и простым является прямой неразрушающий контроль прочности бетона при помощи автоматизированных измерительных устройств.

## **6.2. Технология монолитных облегченных железобетонных конструкций перекрытий с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях при реконструкции**

Одним из возможных направлений для получения облегченных конструкций при реконструкции является применение технологии обустройства перекрытий с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями. Уменьшение веса конструкции путем удаления из неё материала (на 20–40 %), который не принимает участие в работе, не ухудшив прочностные характеристики, в совокупности с процедурой доставки на объект меньшего количества бетонной смеси для бетонирования конструкции предопределяет соответствующий экономический эффект. Кроме того, эффективность такого подхода усиливается за счет уменьшения уровня нагружения опорных элементов сооружения и его фундаментов.

Основой для разработки послужило кессонное перекрытие с системой главных и второстепенных балок, расположенных с равным

шагом в сетке колонн  $6 \times 6$  м, одинаковых по высоте. Данное перекрытие обладает большей несущей способностью и жесткостью в сравнении с обычными монолитными перекрытиями толщиной 200 мм (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Устройство облегченного перекрытия

При устройстве облегченных монолитных перекрытий работы выполняются в следующей последовательности:

- устройство опалубки;
- установка газосиликатных вкладышей;
- выполнение армирования главных и второстепенных балок.

Рассматриваемая технология позволяет получить следующие преимущества:

- упрощение выполнения опалубочных работ;
- снижение расхода бетона в сравнении с обычными монолитными перекрытиями толщиной 220 мм;
- технологичность при устройстве коммуникаций между перекрытиями;
- экономия при выполнении отделочных работ в связи с получением гладкой поверхности;

уменьшение массы здания за счет уменьшения усредненной плотности монолитного перекрытия;

удешевление стоимости фундаментов в связи с уменьшением нагрузки.

В последние годы за рубежом в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей нашли широкое применение унифицированные модули, изготовленные из полимерных материалов различной формы (Airdeck, BubbleDeck, Cobiax, U-Boot Beton, U-Bahn Beton), рис. 6.2.



Рис. 6.2. Системы с применением полимерных вкладышей:  
*a* – Airdeck; *б* – BubbleDeck; *в* – Cobiax; *г* – U-Boot Beton; *д* – U-Bahn Beton

По технологии Airdeck на заводе изготавливают нижнюю обшивку плиты перекрытия в виде сборной железобетонной конструкции

с втопленными вкладышами из полипропилена (рис. 6.2, *a*). Рабочие размеры вкладышей-коробок  $20 \times 20$  см, а высота варьируется от 12 до 35 см. Шаг вкладышей-коробок постоянен и равен 30 см.

Технология BubbleDeck подразделяется на три типа:

тип А – аналог технологии Airdeck, отличается только армированием и формой вкладыша (рис. 6.2, *б*);

тип В – плоские армирующие модули размером на плиту, состоящие из вкладышей и армирующего каркаса, устанавливаются в опалубку на строительной площадке и осуществляют бетонирование по двухстадийной технологии;

тип С – готовые сборные железобетонные плиты перекрытий заводского изготовления с вкладышами для доставки на строительную площадку.

В качестве вкладышей применяются полые шары сферической или эллиптической формы из переработанного пластика (полиэтилен, поливинилпропилен или поливинилхлорид) диаметром от 18 до 36 см, в зависимости от толщины бетонируемой плиты перекрытия. Вкладыши расположены внутри армирующего модуля и удерживаются в проектном положении благодаря специальной форме ячеек нижней и верхней сетки.

Технология Sobiax применяет два типа линейных армирующих модулей (длиной до 250 см) с вкладышами в форме эллипсоида вращения (система Slim-Line) для бетонирования перекрытия толщиной от 20 до 35 см и в форме шара сферической формы (система «Eco-Line») для перекрытий толщиной от 30 до 60 см (рис. 6.2, *в*). Основное отличие от перечисленных ранее технологий является раскладка вручную армирующих модулей с вкладышами пустотообразователями до начала укладки бетона в опалубку.

Технология Daliform Group аналогична Sobiax, но имеет две системы U-Boot Beton и U-Bahn Beton (рис. 6.2, *г, д*).

Система U-Boot Beton, рис. 6.3, применяет вкладыши блочной формы из рециклированного полипропилена с рабочими размерами  $52 \times 52$  см и высотой от 10 до 56 см. Использование вкладышей системы U-Boot Beton позволяет бетонировать плиты перекрытия толщиной от 20 до 76 см. Расстояния между вкладышами выставляются с помощью распорных муфт с градуированной шкалой. Система U-Bahn Beton применяет вкладыши П-образной формы с рабочими размерами  $120 \times 40$  см и высотой 20 см из рециклированного поли-

пропилена, при этом торцы вкладышей могут закрываться типовыми заглушками. Эта система специально разработана для реализации однонаправленных плит перекрытия из монолитного железобетона.



Рис. 6.3. Устройство облегченного перекрытия с использованием облегчающих элементов U-BOOT beton

Параллельно в современном строительстве широко используются технологии получения облегченных конструкций с применением в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей элементов из пенополистирола, например, железобетонное перекрытие системы «Монофант» (рис. 6.4).

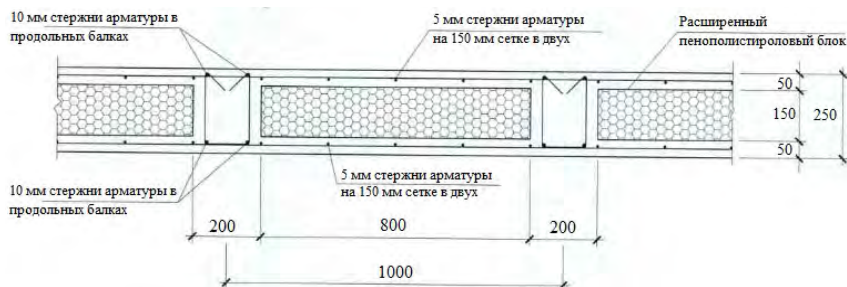


Рис. 6.4. Поперечное сечение железобетонного перекрытия системы «Монофант»

Приведем сравнение технико-экономических показателей различных технологий применения вкладышей (табл. 6.1).

Таблица 6.1

## 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
Cobiax	25	9100	35	8,2	0,075	17,5
U-Boot Beton	25	28000	64	2,44	0,068	18,2
Монофант	25	121500	100	1	0,1215	12,85

Очевидно, что приведенная толщина перекрытия с применением в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей пенополистирола значительно меньше, чем для остальных технологий, что в конечном итоге обуславливает минимизацию веса конструкций.

Меньшее количество вкладышей на 1 м<sup>2</sup> перекрытия упрощает армирование и процесс бетонирования, одновременно предопределяя рационализацию сечений без привязки к типовой форме вкладышей из полимерных материалов.

При устройстве предварительного напряжения арматуры в облегченных монолитных перекрытиях работы выполняются в следующей последовательности:

- устройство облегченного монолитного перекрытия;
- установка в проектное положение каналовобразователей с напрягаемой арматурой;
- бетонирование;
- подготовительные работы (проверка прочности бетона, установка оборудования для натяжения арматуры);
- поэтапное натяжение канатов с тщательным контролем усилия натяжения;
- проверка проходимости каналовобразователей;
- нагнетание цементного раствора в каналовобразователи для защиты предварительно напряженной арматуры от коррозии;
- демонтаж оборудования.



Преднапряжение следует осуществлять поэтапно. В начальной стадии целесообразно умеренное предварительное напряжение, которое препятствует появлению температурных и усадочных трещин в молодом бетоне. Отдельные напрягаемые арматурные элементы могут натягиваться на 30–50% от окончательного усилия натяжения, если бетон в зоне анкеровки набрал достаточную прочность. Позднее возможно полное преднапряжение. При этом бетон перед нагружением достигает высокой прочности, что вследствие усадки и ползучести обеспечивает малые потери и деформации.

Большинство отдельных напрягаемых арматурных элементов необходимо натягивать в такой последовательности, чтобы преднапряжение по всему сечению конструкции нарастало равномерно. Обычно начинают с элементов, заанкеренных в средней зоне поперечного сечения.

Если преднапряжение производится в продольном и поперечном направлениях, то в общем случае 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.

Напрягаемые арматурные элементы с промежуточными анкерами, которые не проходят через всю железобетонную конструкцию, могут натягиваться только тогда, когда зона промежуточной анкеровки уже сжата усилием натяжения.

*Перспективным является направление по применению комбинированного преднапряжения, в котором механический способ натяжения арматуры на бетон сочетается с физико-химическим, позволяющим снизить негативное влияние ползучести и усадки бетона.*

Применение технологии устройства перекрытий с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями позволяет уменьшить вес конструкции путем удаления из неё материала (на 20–40 %). Эффективность такого подхода усиливается за счет уменьшения уровня нагружения опорных элементов сооружения и его фундаментов.

### 6.3. Модификации разработанных комплексов блочно-модульной компоновки

Бетоносмесительный модуль представляет собой сварной каркас (рис. 6.5)  $3000 \times 2500 \times 2600$  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.

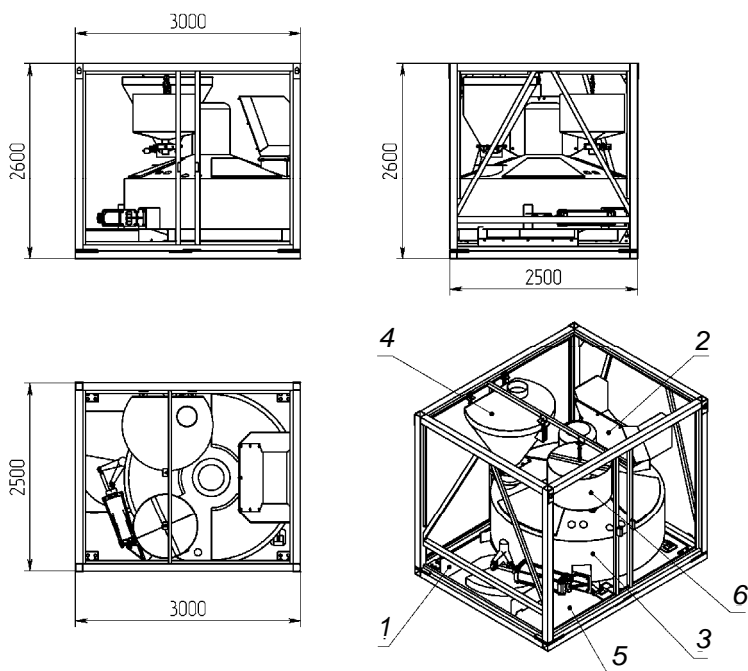


Рис. 6.5. Бетоносмесительный модуль:

- 1 – лоток выгрузной; 2 – лоток загрузной; 3 – бетоносмеситель;  
4 – дозатор цемента; 5 – каркас; 6 – дозатор воды

Рама бетоносмесительного модуля представляет собой сварную пространственную конструкцию, которая нижней частью посредством болтового соединения крепится к каркасу, а в верхнюю часть вкручиваются три тензометрических датчика. На опорные винты опирается бетоносмеситель принудительного действия БП-1500.

Для дозировки цемента и инертных материалов предусмотрены специальные весовые дозаторы на тензодатчиках.

Модуль хранения инертных материалов (рис. 6.6) представляет собой рамный каркас размерами  $12000 \times 2500 \times 2600$  м, в котором размещены три рядно расположенных бункера инертных материалов, весовой конвейер подачи инертных материалов, кубовая емкость для хранения воды, система дозирования воды и химических добавок (ХД).

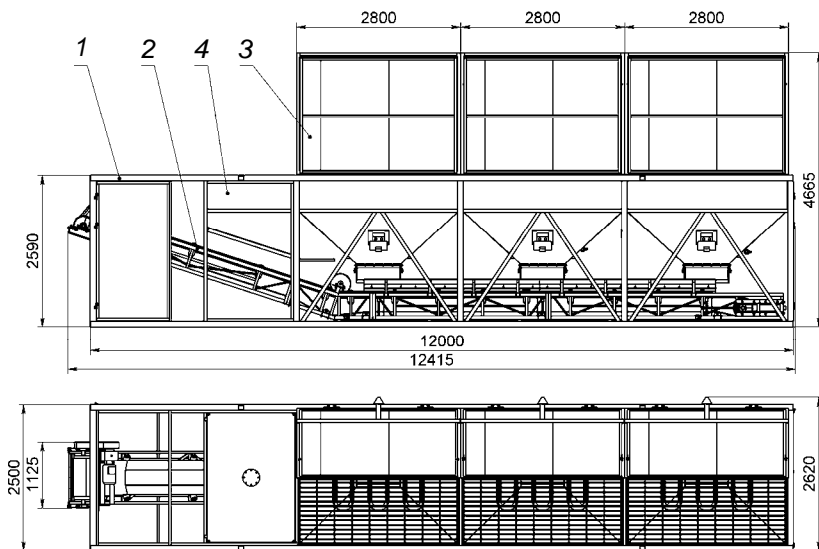


Рис. 6.6. Модуль хранения инертных материалов:

- 1 – рамный каркас; 2 – конвейер-дозатор; 3 – бункер инертных материалов;  
4 – емкость для воды

Бункера инертных материалов служат для хранения заполнителей различных фракций. 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 инертных материалов установлен весовой ленточный конвейер, который транспортирует и дозирует песок и щебень, совместно с бетоносмесителем образует единую весоизмерительную систему.

Система дозирования воды и химических добавок, необходимых для приготовления смеси, состоит из емкостей для хранения воды и химических добавок, а также из совмещенного дозатора воды и химических добавок, который представляет собой металлическую емкость с дисковым поворотным затвором DN100. Система подачи воды в дозатор состоит из емкости для воды, насоса и комплекта запорной арматуры.

Склад цемента является технологическим оборудованием и предназначен для хранения цемента. Общий вид склада цемента приведен на рис. 6.7.

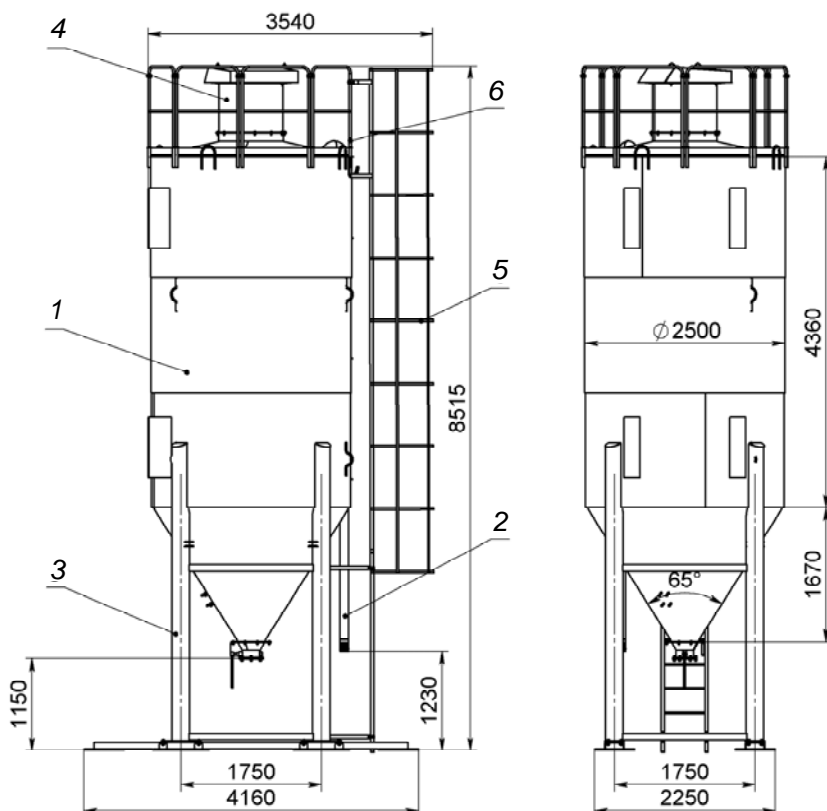


Рис. 6.7. Общий вид модуля хранения цемента:  
 1 – силос; 2 – труба задувки цемента; 3 – опорная рама силоса;  
 4 – фильтр; 5 – лестница; 6 – верхнее ограждение силоса

РБК может комплектоваться складом цемента на 16 т, на 32 т либо емкостью на 1,5 м<sup>3</sup> для разгрузки цемента в мешках. Склад цемента представляет собой металлическую емкость (силос), установленную на опорах.

#### **6.4. Основные преимущества блочно-модульной компоновки растворобетонных комплексов**

Как отдельный класс следует выделить растворобетонные комплексы блочно-модульной конструкции, которые можно компоновать любой конфигурации, значительно сократить расходы на транспортировку и монтаж. Сборка готовых модулей с максимальным насыщением оборудованием в условиях производства позволяет повысить качество сборки и надежную работу оборудования, облегчает монтаж и транспортировку готовых модулей.

При сборке бетонного завода блочно-модульной компоновки не используется сварка, все блоки и узлы крепятся на разъемных болтовых соединениях.

Развитие блочно-модульных РБУ позволяет объединить достоинства как стационарных, так и мобильных РБУ.

Вторым преимуществом блочно-модульной компоновки является полная комплектация отдельных модулей на заводе-изготовителе, что исключает проведение дополнительных работ по монтажу и позволяет свести к минимуму пусконаладочные работы.

Также к преимуществам можно отнести гибкость компоновки, поскольку каждый модуль выполняет отдельную функцию, то есть можно компоновать завод необходимой конфигурации и производительности.

Система подачи бетонной смеси состоит из конвейера, расположенного под бетоносмесителем, и подъемника, позволяющего размещать конвейер под различными углами и тем самым менять высоту выгрузки от 400 до 4000 мм. Конвейер предназначен для подачи бетонной смеси из бетоносмесителя. Общий вид конвейера и металлоконструкций приведен на рис. 6.8.

Рабочим органом конвейера подачи бетонной смеси, как и конвейера-питателя, является кольцевая транспортная лента. Конвейер (см. рис. 6.8) состоит из приводного узла, натяжной секции, промежуточной секции и лотка.

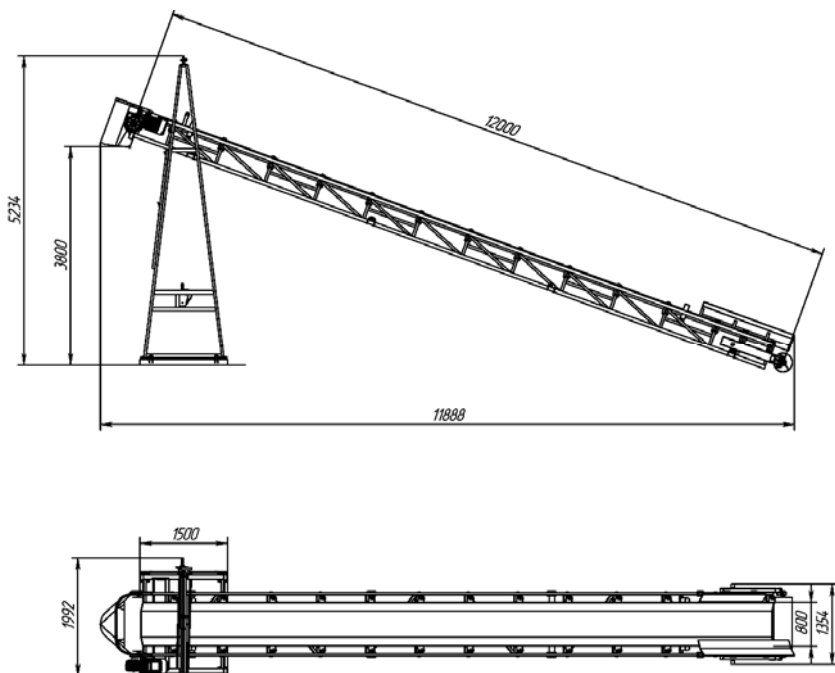


Рис. 6.8. Общий вид конвейера подачи бетонной смеси

Механический подъемник (рис. 6.9) позволяет вручную менять высоту выгрузки от 400 до 4000 мм.

Стационарные бетонные заводы – это полностью укомплектованные производства с большой мощностью по производству бетона, которые производят бетонные смеси. 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. 6.10 представлена схема компоновки такого завода из отдельных составных частей, из которых склад цемента, бетоносмесительный модуль и склад инертных материалов являются типовыми, а помещение операторской, галерея с конвейером подачи инертных материалов, лестница и площадки обслуживания бетоносмесителя – вспомогательными.

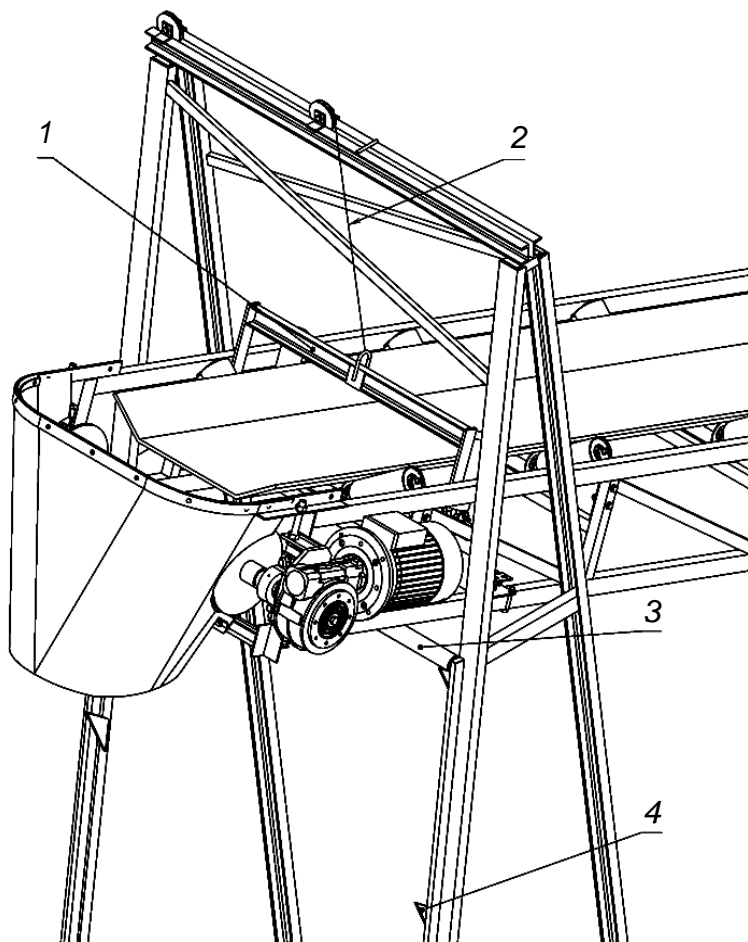


Рис. 6.9. Крепление конвейера подачи бетонной смеси к подъемнику:  
1 – траверса; 2 – трос; 3 – опорная труба; 4 – опорный крюк

При таком варианте компоновки, при серийном производстве комплексов конструкторская документация разрабатывается только на нетиповые узлы, что значительно сокращает время разработки самого РБК.

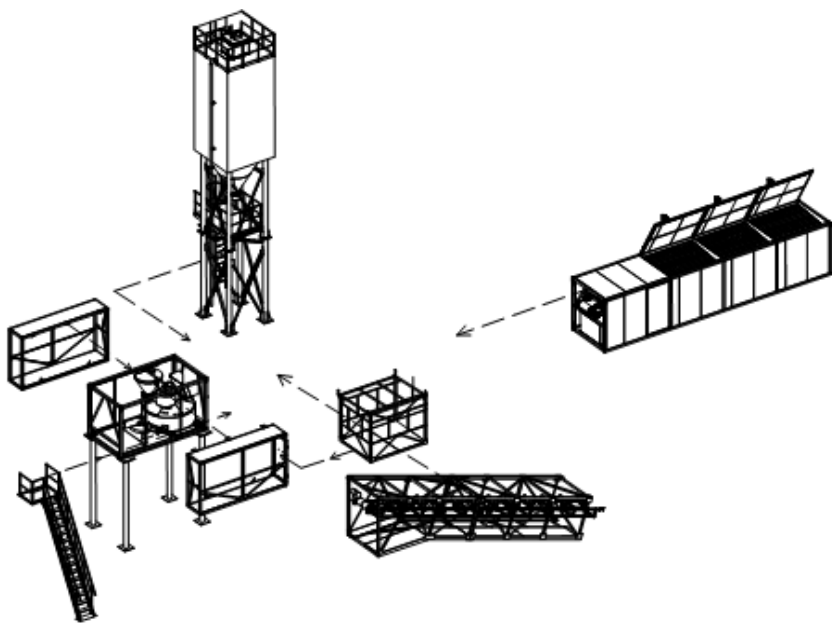


Рис. 6.10. Схема компоновки стационарного РБК блочно-модульного типа

На рис. 6.11 приведен пример стационарного растворобетонного комплекса, который выполнен по блочно-модульной схеме.

Растворобетонный комплекс блочно-модульной компоновки данной модификации имеет габаритные размеры в плане  $40,5 \times 7,6$  м, высоту по бетоносмесительному модулю 8,8 м и высоту по силосам цемента 14,9 м (см. рис. 6.11). Мощность растворобетонного комплекса составляет  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Установленная мощность оборудования, потребляющего электроэнергию, – 100 кВт.

Представленный на рис. 6.11 стационарный вариант РБК блочно-модульной компоновки был разработан по заданию ГУ «Дирекция строительства атомной станции» на поставку технологических линий для получения товарного бетона и раствора на объекте «Объединённая пионерная производственная база строительства АЭС в г. п. Островец Гродненской обл.».

Общий вид технологических линий (растворобетонных комплексов), разработанных для объединённой пионерной производственной базы строительства АЭС в г.п. Островец Гродненской обл., представлен на рис. 6.12.



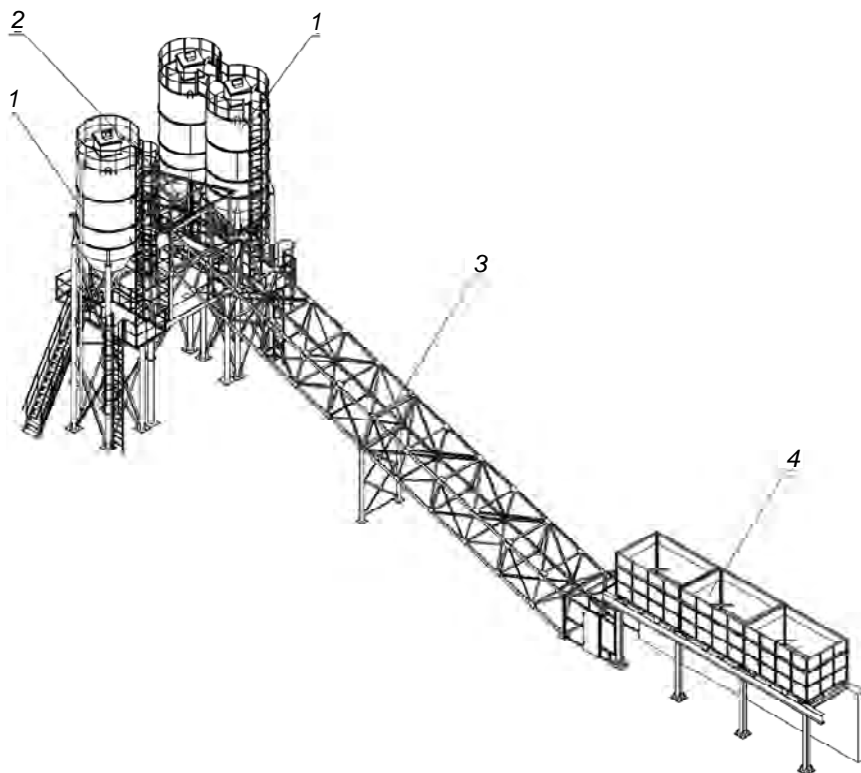


Рис. 6.11. Общий вид стационарного растворобетонного комплекса:  
 1 – модуль хранения цемента; 2 – бетоносмесительный модуль;  
 3 – галерея подачи заполнителей; 4 – модуль хранения инертных материалов

Данная модификация растворобетонного комплекса блочно-модульной компоновки предназначена для производственных баз и строительных площадок для приготовления конструкционных тяжелых бетонных смесей по СТБ 1035–96 и растворных смесей по СТБ 1307–2002 различных видов и марок.

РБК имеет габаритные размеры в плане  $17,54 \times 2,55$  м, высоту по бетоносмесительному модулю и модулю хранения инертных материалов 2,6 м и высоту по силосам цемента 8,515 м. Растворобетонный комплекс состоит из четырех модулей (рис. 6.13).



Рис. 6.12. Общий вид стационарных растворобетонных комплексов, разработанных для Объединённой пионерной производственной базы строительства АЭС в г.п. Островец Гродненской обл. (разработка БНТУ)

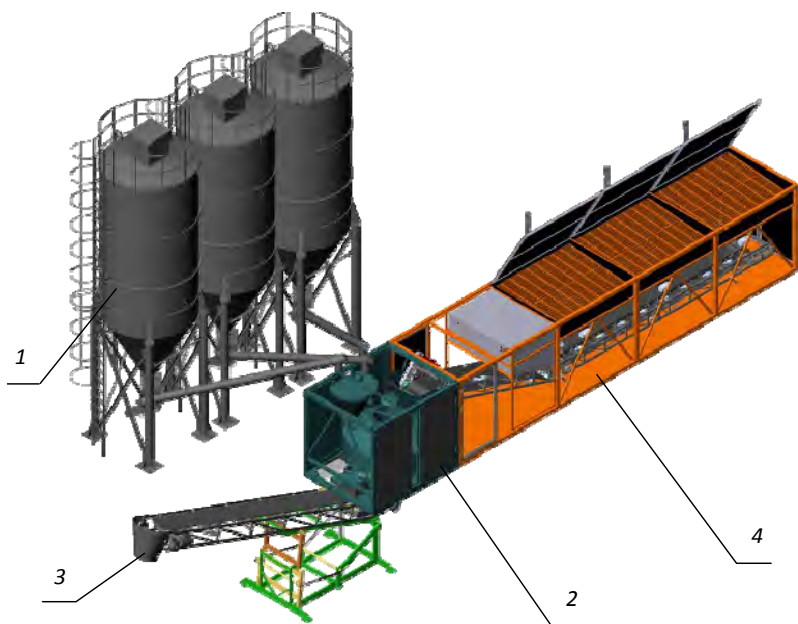


Рис. 6.13. Общий вид перебазируемого растворобетонного комплекса:  
 1 – модуль хранения цемента; 2 – бетоносмесительный модуль;  
 3 – модуль подачи бетонной смеси; 4 – модуль хранения инертных материалов

Все модули данного РБК являются типовыми и аналогичны модулям из стационарной модификации, за исключением модуля подачи бетонной смеси. Отличаются эти модификации отсутствием наклонной галереи подачи заполнителей, что делает данный вариант менее металлоемким и способным к перебазированию.

Фактическая производительность растворобетонного комплекса по производству тяжелых бетонных и растворных смесей составляет 35 м<sup>3</sup>/ч. Установленная мощность оборудования, потребляющего электроэнергию, составляет 52 кВт.

К достоинствам такой модификации РБК можно отнести: меньшую по сравнению со стационарными занимаемую площадь; возможность перемещения данного узла на другой объект строительства;

быстрый монтаж и демонтаж.

К недостаткам относится снижение производительности по сравнению со стационарным вариантом.

Данная модификация универсального растворобетонного комплекса блочно-модульной компоновки была разработана и внедрена на производственной базе КУП «Брестский городской ремонтно-строительный трест» (рис. 6.14) и используется для приготовления тяжелых бетонных смесей и строительных растворов при температуре воздуха от  $-25$  до  $+40$  °С.



Рис. 6.14. Общий вид перебазируемого растворобетонного комплекса на производственной базе КУП «Брестский городской ремонтно-строительный трест» (разработка БНТУ)

Одним из направлений является использование мобильных растворобетонных комплексов, устанавливаемых и эксплуатируемых непосредственно на объектах строительства. Их экономическая эффективность растет с увеличением расстояния до ближайшего стационарного растворобетонного узла, а также с увеличением объемов бетонирования.

Мобильный бетонный завод ориентирован главным образом на строительные организации, выполняющие периодическое возведение промышленных объектов, находящихся вдали от городской инфраструктуры и транспортных сетей. Мобильные заводы используются для возведения мостов, дамб, магистралей, транспортных развязок.

Фактическая производительность мобильного растворобетонного комплекса составляет 30 м<sup>3</sup>/ч. Установленная мощность оборудования, потребляющего электроэнергию, – 50 кВт.

Такая модификация РБК состоит из следующих узлов (рис. 6.15):  
модуль бетоносмесительный;  
модуль хранения цемента;  
модуль подачи бетонной смеси.

Модуль бетоносмесительный перекочевал из модификации перебазируемого РБК, но был доработан. Его объединили в один модуль с модулем хранения инертных материалов. Остальные модули (хранения цемента и подачи бетонной смеси) остались без изменений.

«Мобильность» бетонного завода подразумевает возможность быстрой перевозки всего РБК с одного строящегося объекта на другой. Относительная простота в перемещении оборудования, наличие колесного шасси для транспортировки, минимальные затраты времени являются основными отличиями мобильных РБК.

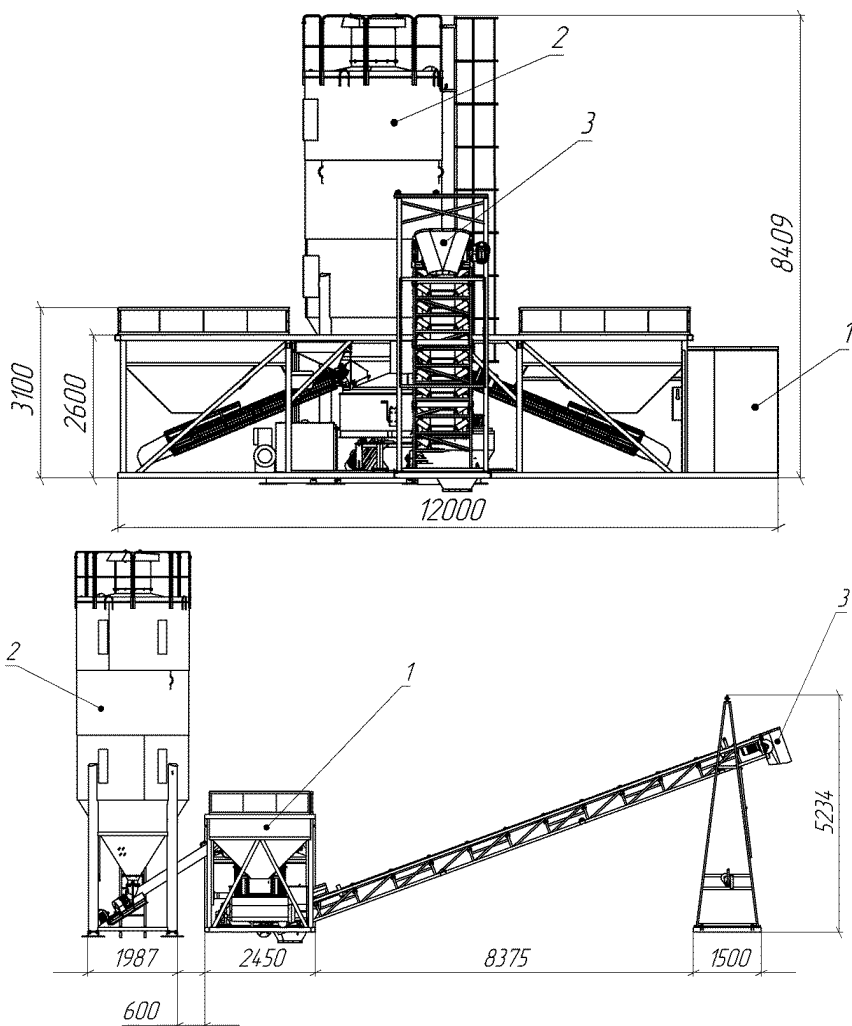


Рис. 6.15. Общий вид мобильного РБК:

1 – бетоносмесительный модуль; 2 – модуль хранения цемента;  
3 – модуль подачи бетонной смеси

Мобильность любого бетонного завода определяется тремя факторами: минимальными затратами на подготовку места расположения РБК, минимальными затратами на транспортировку РБК и малым временем разворачивания РБК и ввода его в эксплуатацию, рис. 6.16.



Рис. 6.16. Общий вид опытного образца мобильного растворобетонного комплекса

Монтаж мобильного бетонного завода осуществляется непосредственно «с колес». Машины подъезжают к зоне работы крана в той последовательности, в которой производится монтаж РБК. Таким образом при рациональном использовании строительной площадки время монтажа сводится к минимуму. Для проведения всех монтажно-сборочных работ используется один грузоподъемный механизм – автокран грузоподъемностью не более 25 т. Монтаж РБК производится с одного положения автокрана.

К несомненным преимуществам мобильных бетонных заводов можно отнести их реальную компактность, удобство установки и транспортировки, быстроту в разворачивании бетонного производства, возможность использования в отдаленных местностях.

Недостатки:

сравнительно небольшая емкость расходных бункеров инертных материалов, силоса цемента;

низкая ремонтпригодность оборудования;

проблемы с адаптацией к суровым климатическим условиям.

Таким образом, на базе четырех основных модулей были разработаны три модификации растворобетонных комплексов: стационарная, перебазируемая и мобильная. Модули являются типовыми, могут использоваться в любой из модификаций, а самое важное – могут быть изготовлены и апробированы по отдельности и в любой из вышеперечисленных модификаций.

Процесс приготовления бетонных смесей и строительных растворов состоит из следующих основных технологических операций:

дозирование инертных материалов на ленточном конвейер-дозаторе;

подача центробежным насосом по трубопроводам химических добавок и воды из расходных емкостей в совмещенный дозатор;

подача цемента шнековым питателем в дозатор;

подача отдозированной части заполнителей в бетоносмеситель;

перемешивание сырьевых компонентов и выдача готовой бетонной смеси в автобетоносмеситель.

Для обеспечения непрерывной работы растворобетонных комплексов необходимо организовать хранение нормативного запаса сырьевых компонентов. Для средней производительности РБК в  $35 \text{ м}^3/\text{ч}$  необходим склад емкостью ориентировочно  $1600 \text{ м}^3$ , общей площадью при высоте складирования заполнителей до  $5 \text{ м}$  –  $400 \text{ м}^2$ .



Возможны два варианта поставки и хранения цемента: поставка цемента автоцементовозами или в биг-бэгах. В первом случае РБК комплектуются расходными силосами. Обычно силосы изготавливают габаритными для транспортировки автотранспортом емкостью до 60 т.

Планы растворобетонных комплексов с указанием основного технологического оборудования представлены на рис. 6.17–6.19.

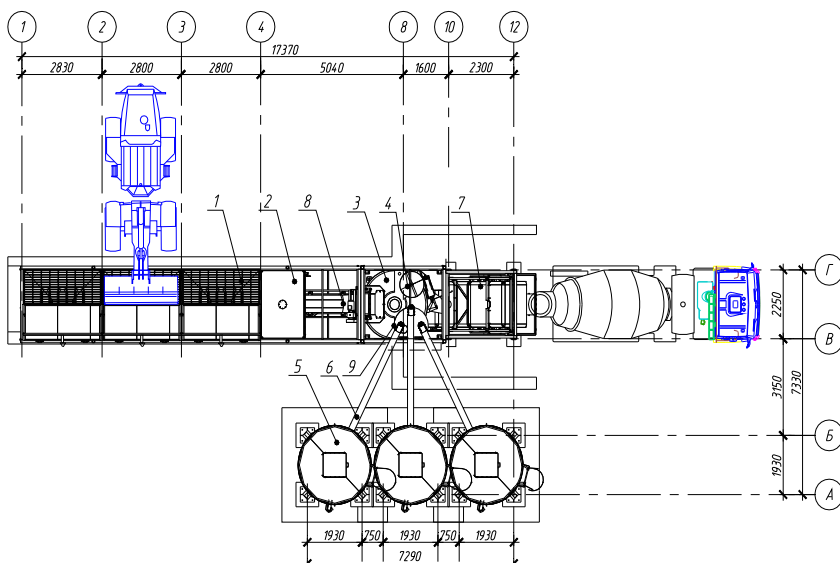


Рис. 6.17. План растворобетонного комплекса перебазируемой модификации:

- 1 – бункера инертных материалов; 2 – емкость для хранения воды;
- 3 – бетономеситель; 4 – дозатор воды и химических добавок; 5 – силоса цемента;
- 6 – шнековый питатель; 7 – скип; 8 – конвейер-дозатор; 9 – дозатор цемента

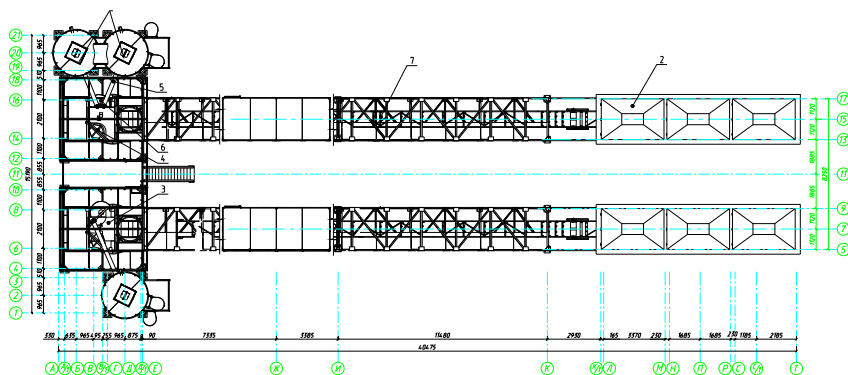


Рис. 6.18. План растворобетонного комплекса стационарной модификации:  
 1 – силоса цемента; 2 – бункера инертных материалов; 3 – бетономеситель;  
 4 – дозатор воды и химических добавок; 5 – шнековый питатель; 6 – дозатор цемента; 7 – наклонная галерея с ленточным конвейером

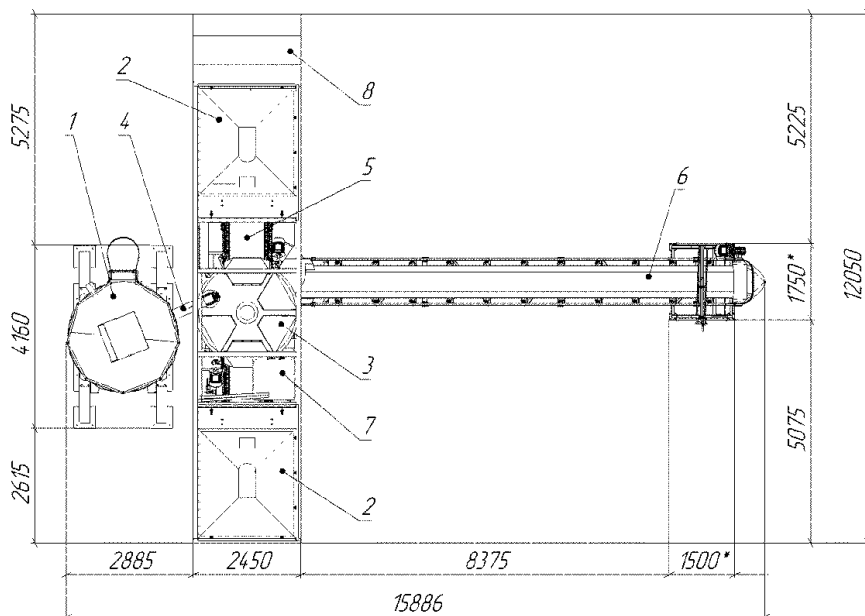


Рис. 6.19. План растворобетонного комплекса мобильной модификации:  
 1 – силоса цемента; 2 – бункера инертных материалов; 3 – бетономеситель;  
 4 – шнековый питатель; 5 – конвейер-дозатор; 6 – конвейер выдачи бетонной  
 смеси; 7 – дозатор воды и химических добавок; 8 – операторская

## Глава 7. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ КРОВЕЛЬ

### 7.1. Конструктивные решения совмещенных кровель

Согласно принятой терминологии под *кровлей* понимают верхний элемент покрытия, предохраняющий здания и сооружения от атмосферных воздействий и воспринимающий расчетные нагрузки.

В зависимости от вида водоизоляционного ковра совмещенные кровли подразделяются на рулонные и мастичные. Требуемые уклоны совмещенных кровель из рулонных и мастичных материалов регламентируются ТКП 45-5.08-277-2013 «Кровли. Строительные нормы проектирования и устройства» и составляют 1–25 %.

Действующие строительные нормы Республики Беларусь рекомендуют при устройстве совмещенных кровель из рулонных материалов и мастик отдавать предпочтение следующим конструктивным решениям: совмещенная кровля с прямым размещением слоев (рис. 7.1); вентилируемая (двухоболочковая) кровля (рис. 7.2); инверсионная кровля (с обратным расположением слоев) (рис. 7.3).

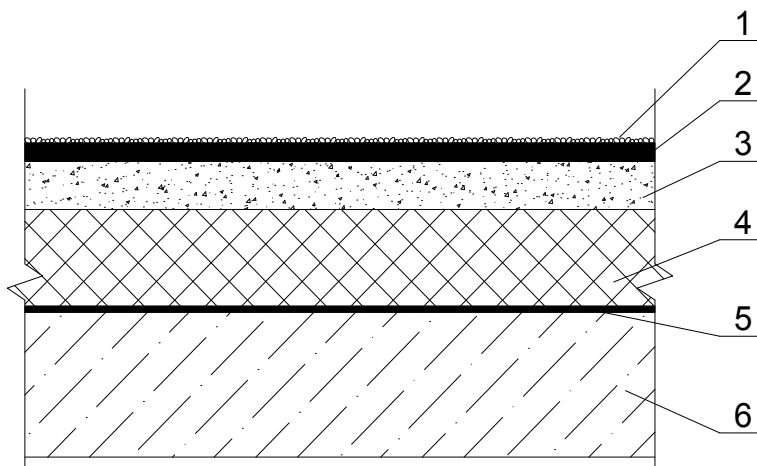


Рис. 7.1. Совмещенная кровля с прямым размещением слоев:

- 1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер; 3 – выравнивающая стяжка;  
4 – теплоизоляционный слой; 5 – пароизоляция; 6 – несущая конструкция

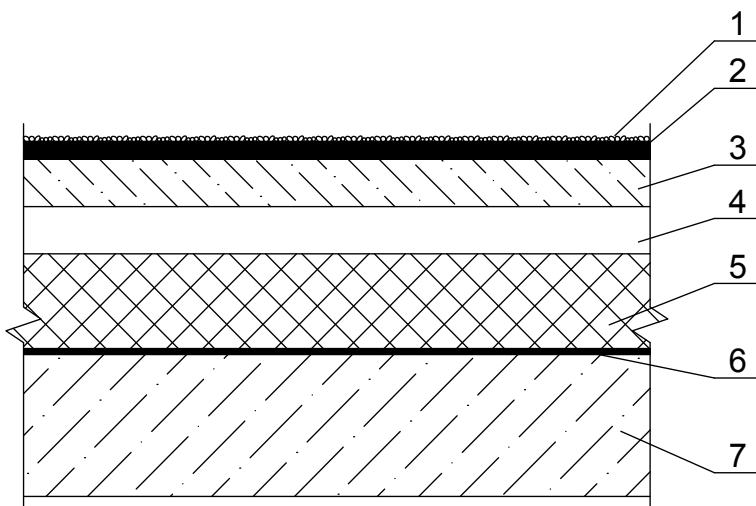


Рис. 7.2. Вентилируемая (двухоблочковая) кровля:  
 1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер; 3 – верхняя несущая конструкция; 4 – воздушная прослойка; 5 – теплоизоляционный слой;  
 6 – пароизоляция; 7 – нижняя несущая конструкция

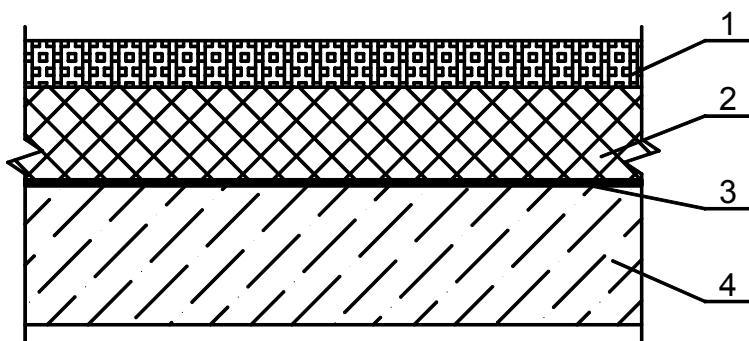


Рис. 7.3. Инверсионная кровля:  
 1 – защитный слой (асфальтобетон); 2 – теплоизоляционный слой;  
 3 – водоизоляционный ковер; 4 – несущая конструкция

*Рулонные кровли с прямым размещением слоев (см. рис. 7.1) благодаря сравнительно простой технологии устройства и достаточно низкому удельному весу стоимости работ нашли наиболее широкое применение в новом строительстве.*

Вентилируемые (двухоболочковые) кровли применяются при строительстве в основном жилых зданий с техническим этажом. Следует отметить, что за счет использования в них двух несущих конструкций – верхней 3 и нижней 7 (см. рис. 7.2) материалоемкость и трудоемкость возведения таких кровель существенно выше чем кровель с прямым размещением слоев.

*Инверсионная кровля* (см. рис. 7.3) является новым конструктивным решением плоских крыш. В настоящее время массового применения в новом строительстве инверсионная кровля еще не получила. Однако такое конструктивное решение может найти широкое применение при ремонте эксплуатируемых кровель, так как за счет укладки дополнительного слоя теплоизоляции по существующему водоизоляционному ковру позволяет при минимальных затратах обеспечить увеличение сопротивления теплопередаче эксплуатируемых совмещенных кровель с прямым размещением слоев.

Основным конструктивным решением кровель из рулонных материалов и мастик почти всех эксплуатируемых в Республике Беларусь жилых и общественных зданий являются совмещенные кровли с прямым размещением слоев. Состоит такая кровля из следующих конструктивных элементов (см. рис. 7.1):

- основания под кровлю, включающего несущую конструкцию 6, пароизоляцию 5, теплоизоляцию 4 и выравнивающую стяжку 3;
- водоизоляционного ковра 2 с защитным покрытием 1.

**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 (значительно реже в виду высокой трудоемкости возведения).

В зданиях производственного назначения применяются ребристые сборные железобетонные плиты покрытия или стальной профилированный настил.

**Пароизоляционный слой** предназначен для защиты утеплителя от увлажнения водяными парами, проникающими из помещений сквозь поры и стыки в несущей конструкции кровли.

Пароизоляция бывает двух типов: окрасочной или оклеечной.

В качестве *окрасочной пароизоляции* используют слой гидроизоляционной мастики или полимерные лаки. Для устройства окрасочной пароизоляции в основном применяют следующие материалы:

битумные и битумно-полимерные мастики:

– горячие: изол (ТУ 21-27-37–89), битумно-бутилкаучуковая мастика МББГ-70 (ТУ 21-27-40–83) и др.;

– холодные: битумно-кукерсолевая мастика марок БК-1 и БК-2 (ТУ 400-2-51–76);

полимерные лаки: поливинилхлоридный лак (ГОСТ 7313–75), хлоркаучуковый лак (ГОСТ 8457–78).

Для устройства *оклеечной пароизоляции* рекомендуется применять следующие рулонные материалы:

рубероид подкладочный марок РКД-350Б, РПД-300, РПП-300А, РПП-300Б, РПЭ-300 (ГОСТ 10923–93);

пергамин марок П-300, П-350;

толь гидроизоляционный с покровной пленкой марок ТГ-300, ТГ-350;

толь гидроизоляционный антраценовый марки ТАК-350;

дегтебитумный материал марки ДБ-350;

полиэтиленовую пленку толщиной 200 мкм (ГОСТ 10354-73) и др.

Для обеспечения безопасных условий труда вышеперечисленные рулонные материалы рекомендуется наклеивать на основание (несущую конструкцию кровли) на холодных мастиках марок БК-1 и БК-2.

**Теплоизоляционный слой** обеспечивает защиту здания от потерь тепла и перегрева солнцем.

Теплопроводность материала определяется видом, величиной, распределением и количеством находящихся в нем пор, а также содержанием свободной влаги.

Выбор теплоизоляционного материала следует производить не только с учетом его свойств в момент создания, но в еще большей степени с учетом его способности обеспечить теплозащиту при различных воздействиях и в течение многих лет эксплуатации.

Требуемая толщина теплоизоляционного слоя определяется на основании теплотехнического расчета в соответствии с ТКП 45-2.04-43–2006 «Строительная теплотехника».

Теплоизоляция подразделяется на монолитную, сборную, из сыпных материалов.

*Монолитную теплоизоляцию* выполняют непосредственно на кровле из легких бетонных смесей, например: перлитобетонных, керамзитобетонных, битумоперлитных и др.

*Сборная теплоизоляция* выполняется из плит заводского изготовления. Такие плиты выпускают из легких ячеистых бетонов, полимербетона, стекловолокна, сотовых, на основе минеральной ваты или войлока с синтетическим связующим, древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит, пенопластов на основе фенолоформальдегидных композиций, пенополиуретана, пенополистирола и т. д.

*Теплоизоляцию из засыпных материалов* устраивают из гранулированных шлаков; пемзы; вулканических шлаков; дробленого туфа; гравия керамзитового, шунгизита, перлита, вермикулита и других материалов плотностью не выше 600 кг/м<sup>3</sup>.

Применение засыпных утеплителей допускается для создания уклона кровли с укладкой на него плитного утеплителя.

Ограничение на использование засыпных утеплителей в совмещенных кровлях вновь возводимых и реконструируемых жилых и общественных зданий явилось следствием существенного снижения теплотехнических характеристик эксплуатируемых зданий с теплоизоляционным слоем из таких материалов. Одной из причин снижения теплотехнических характеристик эксплуатируемых покрытий с теплоизоляционным слоем из засыпных утеплителей явилось увеличение влажности утеплителя в 2,5–5 раз по сравнению со значениями, установленными ТКП 45-2.04-43–2006 «Строительная теплотехника».

***Выравнивающая стяжка*** выполняется для подготовки поверхности утеплителя или несущих элементов кровли под наклейку водоизоляционных материалов. Кроме того, она обеспечивает необходимую прочность на сжатие слоя теплоизоляции из засыпных утеплителей.

В качестве материалов для устройства слоя выравнивающей стяжки используются цементно-песчаный раствор, мелкозернистые асфальтобетонные смеси, цементные и цементно-полимерные составы.

*Цементно-песчаные растворы* используются для устройства выравнивающих стяжек по любым видам утеплителей. Состав этих растворов следующий: соотношение по массе цемент/песок – 1 : 3. Для повышения прочностных и теплотехнических характеристик стяжки в качестве наполнителя используется керамзитовый песок

фракциями до 3 мм. Смесь цемента и песка в таком растворе принимают в соотношении 1 : 2 (по массе).

Требуемая толщина стяжки из цементно-песчаной смеси должна быть не менее:

- 40 мм по засыпной теплоизоляции (стяжка с армированием);
- 30 мм по теплоизоляционным плитам.

*Мелкозернистые асфальтобетонные смеси* используются для устройства стяжек по всем видам утеплителей, за исключением насыпных.

Мелкозернистую асфальтобетонную смесь готовят смешением в смесительных установках в нагретом состоянии природного или дробленого песка, минерального порошка и нефтяного битума, взятых в соотношениях, определенных требованиями СТБ 1033–96.

Асфальтобетонные смеси в зависимости от вязкости битумов и условий применения подразделяются на виды:

- *горячие*: температура применения не ниже 120 °С;
- *теплые*: температура применения не ниже 70 °С;
- *холодные*: применяются с температурой смеси не ниже 5 °С.

Требуемая толщина стяжки из мелкозернистой асфальтобетонной смеси должна быть не менее 25 мм.

Цементные и цементно-полимерные составы применяют вместе со стекловолокном. Они предназначены для устройства водонепроницаемых стяжек повышенной прочности.

В настоящее время наряду с известными стяжками (цементно-песчаными и асфальтовыми) некоторые строительные организации применяют *сборные стяжки*. Такие стяжки устраивают из плоских асбестоцементных пресованных листов толщиной 10 мм. Во избежание коробления в процессе эксплуатации плоские асбестоцементные листы до укладки на слой теплоизоляции огрунтовывают гидроизоляционной мастикой или полимерным лаком.

***Основной водоизоляционный ковер*** состоит из слоев рулонных материалов и защитного покрытия.

При устройстве совмещенных рулонных кровель в качестве водоизоляционного ковра рекомендуется применять следующие материалы:

1. Битумные рулонные материалы: рубероид (ГОСТ 10923–93).
2. Рулонные битумно-полимерные материалы:



а) *наплавляемые*: изопласт (ТУ 5774-005-05766480–95); изоэласт (ТУ 5774-007-05766480–96); днепрофлекс (ТУ 5770-531-00284718–93); филизол (ТУ 5774-002-04001232–94); стекломаст (ТУ 21-5744710-519–92); элабит (ТУ 5770-528-00284718–94); гидростеклоизол (ТУ 400-1-51–93); экофлекс (ТУ 5774-002-0028752–98) и др.;

б) *приклеиваемые на мастики*: изолен (ТУ 5774-001-04678851–95); армобит (ТУ 66-30-015-90); бинабутал (ТУ 2252-002-20645302–95) и др.;

3. Рулонные эластомерные пленочные материалы: миолинд (ТУ 2245-001-47254452–98); поликров-М (ТУ 5775-003-11313564–96); элон (ТУ 21-5744710-514–92); бутилон (ТУ 21-5744710504–91); бутизол (ТУ 38-103-301–78) и др.

Рулонными эти материалы называются потому, что выпускаются в виде рулонов длиной 7–20 м и шириной 400–1050 мм.

*Кровельные мастики* для рулонных материалов по способу применения классифицируются на горячие (с предварительным подогревом перед применением) и холодные (не требующие подогрева, содержащие растворитель и эмульсионные).

*Горячие мастики*: битумная кровельная мастика (ГОСТ 2889–80) марок МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85, МБК-Г-100; мастика «Изол» (ТУ 21-27-37–89); битумно-бутилкаучуковая мастика марки МББП-80 (ТУ 21-27-40–83); битумно-полимерная мастика «Битален» (ТУ 21-27-125–89).

*Холодные мастики*: бутилкаучуковая мастика МБК (ТУ 21-27-90–83); битумно-латексная кровельная мастика БКЛ (ТУ 38-1093–85); битумно-бутилкаучуковая мастика «Вента-У» (ТУ 21-27-39–77).

**Защитное покрытие** – это элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный ковер от механических повреждений, атмосферных воздействий, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли.

В кровлях с ограниченным хождением (неэксплуатируемых кровлях) с уклоном до 10 % защитное покрытие выполняется из гравия, втопленного в слой горячей мастики. Толщина защитного покрытия из гравия должна быть от 10 до 15 мм.

Для устройства защитного покрытия применяют гравий обеспыленный, светлых тонов с размерами зерен от 5 до 10 мм и маркой по морозостойкости не менее F100.

Битумная и битумно-резиновая мастики для устройства защитного слоя кровель должны быть антисептированы (против прорастания) добавками порошковых гербицидов: монурона или симазина (ГОСТ 15123–69) в количестве 0,3–0,5 % веса битума. Толщина слоя мастики должна быть не более 2 мм.

Защитное покрытие может выполняться в виде окраски. Защитную окраску кровли рекомендуется выполнять из экологически безвредных составов на основе:

бутилкаучуковой мастики с добавлением 10–14 % наполнителя;  
эмали ХП-734 с 25 % наполнителя – алюминиевой пудры ПАК-3 или ПАК-4;

хлорсульфополиэтиленового лака ХП-734 с 25 % наполнителя (алюминиевая пудра ПАК-3 или ПАК-4).

Ходить по кровле, на поверхность которой нанесено защитное покрытие с алюминиевой пудрой, можно не ранее чем через две недели после окончания работ.

## **7.2. Ремонт эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель**

В зависимости от технического состояния эксплуатируемых совмещенных кровель возникает необходимость в выполнении следующих ремонтных работ:

- ремонт водоизоляционного ковра (частичный или полный);
- ремонт выравнивающей стяжки;
- просушивание материала теплоизоляционного слоя;
- замена утеплителя;
- устройство инверсионной кровли.

### **7.2.1. Ремонт рулонного водоизоляционного ковра**

Причинами, требующими выполнения ремонта водоизоляционного рулонного ковра эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель, является появление дефектов в кровле, с течением времени приводящих к появлению протечек. Как правило, появление протечек в кровле вызвано следующими причинами:

- механические повреждения материала водоизоляционного ковра;
- брак, допущенный при укладке кровли;

микротрещины в покровном слое;  
образование вздутий кровельного ковра (с водой или воздушных);  
деструкция (разрушение) верхнего слоя рулонного водоизоляционного материала;

впадины на поверхности кровельного покрытия глубиной более 10 мм;

сползание и отслаивание полотнищ рулонных материалов на примыканиях к вертикальным поверхностям (парапеты) и др.

Качественное проведение ремонта рулонного водоизоляционного ковра возможно при выполнении следующих условий:

пароизоляция полностью сохранила свои эксплуатационные свойства;

выравнивающая стяжка отвечает предъявляемым к ней требованиям;

влажность материала теплоизоляционного слоя соответствует требованиям ТКП 45-2.04-43–2006 (в том числе после его просушки);

слои рулонных материалов, входящие в состав основного водоизоляционного ковра, не имеют дефектов и разрушений.

В зависимости от технического состояния водоизоляционного рулонного ковра (вида выявленного дефекта) рекомендуется следующая технология производства ремонтных работ.

Частичный ремонт водоизоляционного ковра предусматривает устройство заплат на поврежденные участки кровли и выполняется, если площадь поврежденных участков кровельного ковра не превышает 40 % всей поверхности кровли.

*Полный ремонт* водоизоляционного ковра предусматривает наклейку новых слоев рулонных водоизоляционных материалов со снятием или без снятия существующего ковра и выполняется, если площадь поврежденных участков кровельного ковра более 40 % всей поверхности кровли.

Частичный ремонт водоизоляционного ковра предусматривает устройство заплат в виде одного или двух дополнительных слоев рулонного материала на поврежденные участки кровли (рис. 7.4).

**Небольшие повреждения рулонного ковра** (пробоины, разрывы) рекомендуется устранять следующим образом. Ремонтируемый участок водоизоляционного ковра до начала работ очищают от пыли, грязи и просушивают. Затем поврежденный участок до поверхности кровли проконопачивают паклей, пропитанной мастикой,

и наклеивают заплату, на 100–150 мм перекрывающую границы повреждения. Заплату изготавливают из рулонных материалов, аналогичных уложенным в водоизоляционном ковре (рис. 7.4, а).

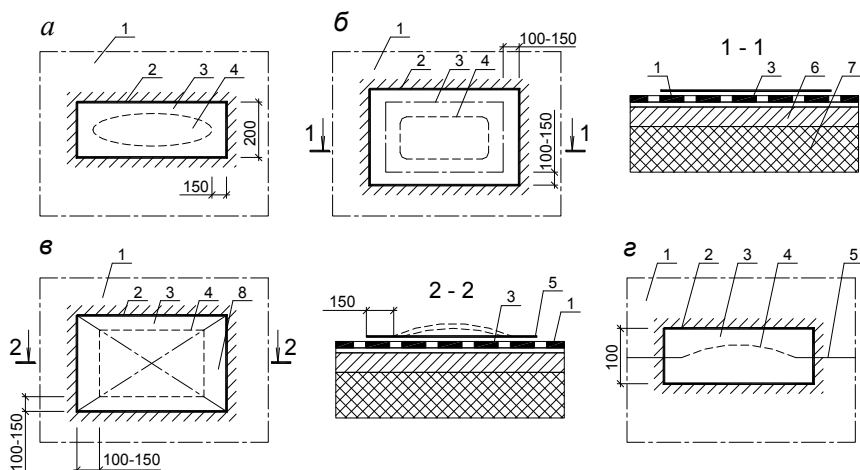


Рис. 7.4. Устройство заплат на рулонных кровлях:

- а – в местах разрывов; б – в местах разрушений (пробоины); в – в местах вздутий;  
 г – в местах повреждений краев полотнищ;  
 1 – рулонный ковер; 2 – мастика; 3 – заплата; 4 – граница повреждений;  
 5 – край полотнища; 6 – стяжка; 7 – утеплитель;  
 8 – разрезы поврежденного полотнища

Для наклейки заплат на рулонную рубероидную кровлю рекомендуется применять рубероид (ГОСТ 10923–93) следующих марок: РКК-420А; РКК-350Б; РКЧ-350Б; РКП-350Б.

Для приклейки заплат из рубероида рекомендуется применять следующие кровельные мастики:

*горячие мастики:*

- битумная кровельная мастика (ГОСТ 2889–80) марок МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85 и МБК-Г-100;
- мастика «Изол» (ТУ 21-27-37–89) марок МРБ-Г-Т и МБР-Х-Т;
- битумно-полимерная мастика «Битален» (ТУ 21-27-125–89);

*холодные мастики:*

- каучуковые клеящие мастики (ГОСТ 24064–80) марок КН-2 и КН-3;

- бутилкаучуковая мастика МКБ (ТУ 21-27-90–83);
- битумно-латексная кровельная мастика БЛК (ТУ 37-1093–85) марок МС-БЛК-ХЛ-70 и МС-БЛХ-ХЗ-70;
- битумно-бутилкаучуковая мастика «Вента-У» (ТУ 21-27-39–77) марки МББ-Х-120;
- битумно-полимерная эмульсионная кровельная мастика «АРНИС» (ТУ 5770-002-23463180–93);
- каучуко-битумная мастика БКМ-200 (ТУ 2384-008-43238275–97).

После укладки заплаты на поврежденное место ее плотно прижимают к кровле.

Заплаты на кровлях, выполненных из наплавляемых рулонных материалов, рекомендуется выполнять из рулонных битумно-полимерных материалов: изопласт (ТУ 5774-005-05766480–95), филизол (ТУ 5774-002-04001232–94); рубемаст (ТУ 21-27-127–88); стеклорубероид (ГОСТ 15879–70); гидростеклоизол (ТУ 400-1-51–93); техноэласт (ТУ 5774-003-00287852–99) и др., а также из рулонных материалов на основе фольги: фольгоизола (ГОСТ 20429–84), фольгорубероида и др.

**Значительные по размерам поврежденные участки** слоев водоизоляционного ковра (рис. 7.4, б) до начала работ необходимо очистить от поврежденного рулонного материала, 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 водоизоляционного ковра** устраняют следующим образом. Вначале вздутия разрезают конвертом. Затем, отогнув углы в стороны, просушивают вскрытое основание. Для гарантированного удаления влаги рекомендуется применять сушильные установки с принудительной вентиляцией марки СО-222. Внутренние и наружные стороны углов и основание конверта очищают от грязи. В зависимости от водоизоляционного материала, использованного на ремонтируемой кровле, применяется следующая технология производства работ.

Для кровель, выполненных из битумных рулонных материалов на бумажной основе, на поврежденный участок по контуру вздутия наносится холодная мастика, выдерживается до прекращения прилипания и затем тщательно прижимается от краев к разрезу. Сверху, на место разреза наклеивается заплата, которая должна перекрывать места надреза на 100–150 мм в каждую сторону. Заплата выполняется из водоизоляционного материала, аналогичного примененному на ремонтируемой кровле (рис. 7.4, в). На установленную заплату наносится защитный слой.

При ремонте кровли, выполненной из наплавляемого рулонного материала, углы приклеивают к основанию с помощью пропановой горелки и прижимают роликом. Сверху на место разреза методом подплавления битумного слоя наклеивается заплата, которая должна перекрывать места надреза на 100–150 мм в каждую сторону. Заплата выполняется из водоизоляционного материала с защитным слоем (рис. 7.4, 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 заплаты (рис. 7.4, з).

Рассмотренные способы частичного ремонта водоизоляционного ковра эксплуатируемых рулонных кровель отличаются достаточно простой технологией производства работ, но имеют ряд недостатков:

- высокая трудоемкость производства работ (почти 33 чел-ч на 100 м<sup>2</sup> кровли);
- дополнительный расход рулонных материалов и мастик.

В последние годы разработана достаточно эффективная технология частичного ремонта рулонного водоизоляционного ковра, основанная на применении термомеханической обработки водоизоляционного ковра. При этом восстановление водонепроницаемости и монолитности ковра осуществляется без замены поврежденных слоев, путем регенерации содержащихся в рулонном ковре битумных материалов.

В Республике Беларусь применяется разработка фирмы «АВИСТЕН». В основу предлагаемой технологии ремонта совмещенных рулонных кровель положен принцип прогрева существующего рубероидного ковра с помощью термоэлектрического аппара-

та марки АП (рис. 7.5). Аппарат марки АП имеет массу 16 кг и размеры в плане  $1,2 \times 1,2$  м.

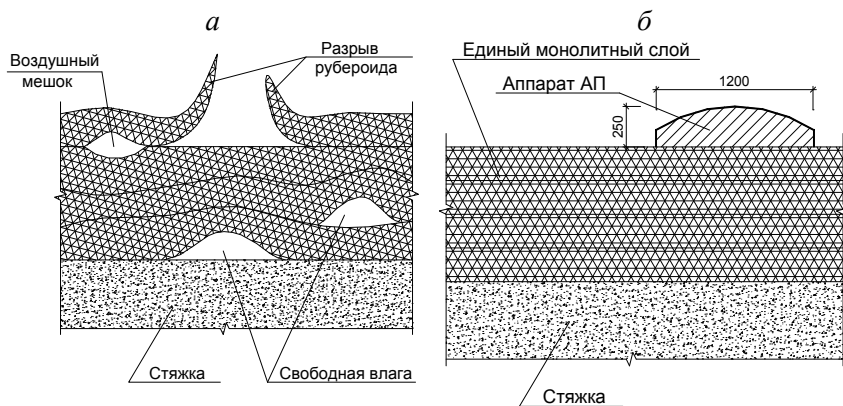


Рис. 7.5. Ремонт водоизоляционного ковра с помощью прогрева термоэлектрическим аппаратом марки АП:  
 а – состояние рулонного ковра до ремонта;  
 б – рулонный ковер после ремонта

При производстве ремонтных работ выполняются следующие основные технологические операции:

разогрев битумных материалов в ковре до  $135\text{--}200$  °С с помощью термоэлектрического аппарата марки АП;

разравнивание размягченных битумных материалов на поверхности кровли;

уплотнение прогретого участка рулонного водоизоляционного ковра катком с созданием давления до 0,5 МПа.

Эта технология отличается высокой производительностью и позволяет обеспечить хорошее качество ремонта, но эффективность применения снижается при ремонте рулонного водоизоляционного ковра, эксплуатируемого более 8–10 лет.

**Полный ремонт рулонного водоизоляционного ковра** основан на наклеивании дополнительных слоев рулонного материала.

Если количество слоев в старом кровельном ковре превышает шесть, то необходимо этот ковер удалить и отремонтировать стяжку или выполнить ее заново.

При меньшем количестве слоев старое кровельное покрытие может быть отремонтировано.

Ремонт кровли с наклеиванием дополнительного слоя рулонного материала рекомендуется выполнять по следующей технологии:

а) ремонт стяжки с устройством уклонов для стока атмосферных осадков к водоприемным воронкам;

б) наклейка нового водоизоляционного ковра.

**Ремонт выравнивающей стяжки** необходимо выполнять на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм поперек уклона и 5 мм вдоль уклона.

Ремонт стяжки сводится к выравниванию ее слоем мелкозернистого асфальтобетона для обеспечения одного уровня и уклона поверхности со смежными участками, после чего на отремонтированный участок стяжки наклеивают два слоя рулонного водоизоляционного материала.

Для наклейки дополнительных слоев водоизоляционного ковра при ремонте кровли наряду с рулонными материалами, аналогичными уложенным в водоизоляционном ковре, рекомендуется применять рулонные полимерные материалы: элон (ТУ 21-5744710-514-92) или элон-1 (ТУ 38305-8-324-95). Физико-механические свойства элона (элона-1) позволяют применять его для устройства кровель на мастике в летнее и зимнее время по старым рулонным кровлям, выполненным из всех видов рулонных материалов.

Для приклеивания элона к основанию применяют полимерные холодные мастики марки мастэлон (ТУ 5770-533-00284718-93).

Работы по устройству и ремонту кровли с применением элона допускается выполнять при любой положительной и отрицательной температуре до минус 20 °С наружного воздуха, при отсутствии атмосферных осадков, по сухому (без наледей и снега) основанию.

До начала работ по наклейке рулоны элона необходимо раскатать на кровле и выдержать в таком положении в течение 1,5–2 ч.

Приклеивание слоя элона на старый рулонный ковер осуществляется с помощью мастики «Мастэлон».

В зависимости от объемов работ мастику наносят на основание:

а) механизированным способом с использованием передвижной установки марки СО-195;

б) при помощи шпателя с гребенчатой кромкой с высотой зуба 1 мм или кистью.



### *7.2.2. Просушивание материала теплоизоляционного слоя*

Накопленный опыт эксплуатации совмещенных рулонных кровель с прямым размещением слоев показал, что во всех кровлях, требующих ремонта, влажность материала теплоизоляционного слоя превышает значения, установленные нормативными документами.

Поэтому до начала производства работ по ремонту водоизоляционного ковра кровли необходимо выполнить просушивание переувлажненного утеплителя.

Для просушивания переувлажненного утеплителя непосредственно на эксплуатируемой кровле рекомендуются следующие решения:

- установка аэраторов из расчета один аэратор на площадь кровли от 20 до 30 м<sup>2</sup>;
- временная укладка в слой теплоизоляции горизонтально расположенных перфорированных труб (металлических или пластмассовых) с выводом их концов выше кровли;
- устройство осушающих каналов (временных) на толщину слоя утеплителя.

Выбор способа по просушиванию материала теплоизоляционного слоя зависит от степени его переувлажнения и вида утеплителя.

При сверхсорбционной влажности засыпного утеплителя, имеющего крупнопористую структуру (гравий керамзитовый, вермикулит, туфовый щебень и др.), просушивание теплоизоляции рекомендуется производить с устройством осушающих каналов на кровле.

Осушающие каналы устраиваются в коньке крыши по всей длине здания. Стенки канала выкладывают из кирпича «на ребро» и устанавливают на несущую конструкцию покрытия. Между стенками канала засыпают керамзитовый гравий б с крупностью зерен около 200 мм, а над каналом устанавливают защитный металлический зонт 4 (рис. 7.6).

Для устройства осушающего канала пробивают выравнивающую стяжку и слой утеплителя. В стенках канала ниже стяжки делают отверстия, площадь которых должна быть не менее половины площади сечения утеплителя. Рекомендуемая ширина внутренней части канала с засыпкой – около 250 мм, высота бортов над поверхностью

стяжки – не менее 200 мм, расстояние от верха борта до низа зонтика – около 100 мм.

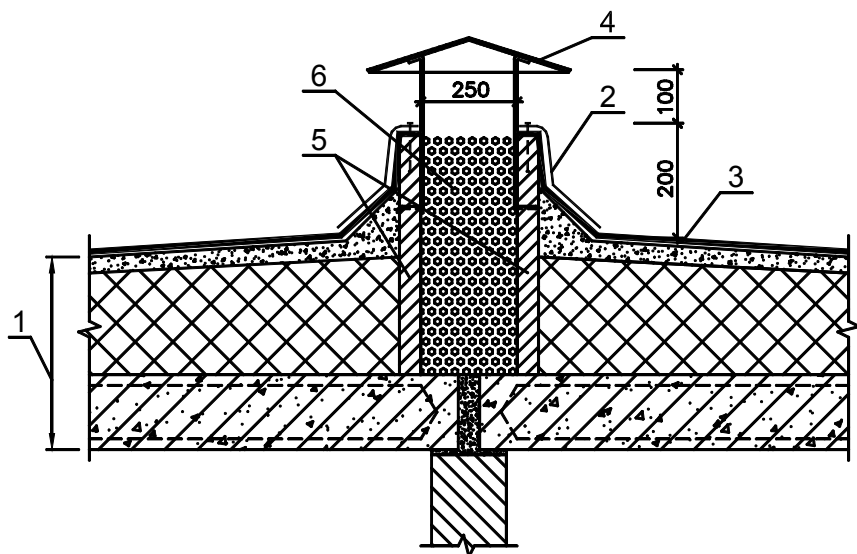


Рис. 7.6. Устройство осушающего канала в коньке крыши:

- 1 – осушаемое совмещенное покрытие; 2 – металлический фартук;  
3 – кровельный ковер; 4 – металлический зонтик; 5 – кирпичные стенки канала;  
6 – засыпка из керамзитового гравия

Для сушки утеплителя с мелкими или замкнутыми порами на стяжку укладывают волнистые асбестоцементные листы, образуя вентилируемые воздушные продухи (рис. 7.7). Продухи должны быть сквозными: от входных отверстий на карнизе до сборного вытяжного канала в коньке.

Волнистые листы укладывают с нахлесткой 50–100 мм. В коньке между торцами асбестоцементных листов оставляют открытой полосу шириной 200 мм, над которой устраивают сборный вытяжной канал шириной 250–300 мм. Поверх асбестоцементных листов укладывают цементно-песчаную стяжку толщиной 20 мм (над волной), армированную сеткой 200 × 200 мм из арматуры диаметром 3 мм. По стяжке устраивают обычную или «дышащую» кровлю.

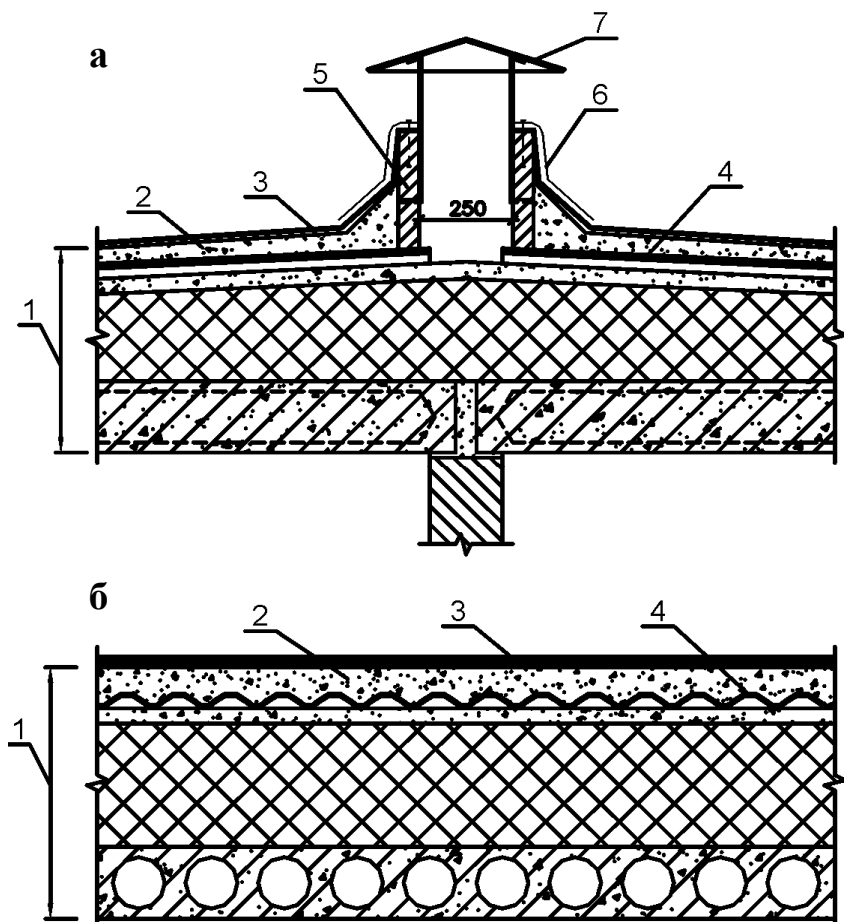


Рис. 7.7. Устройство осушающей вентиляции по продухам над стяжкой:  
*a* – поперечное сечение продухов; *б* – продольное сечение продухов;  
 1 – существующая конструкция покрытия; 2 – выравнивающая стяжка;  
 3 – водоизоляционный ковер; 4 – волнистые асбестоцементные листы;  
 5 – кирпичные стенки канала; 6 – металлический фартук; 7 – металлический зонт

Просушивание теплоизоляции с устройством временных вытяжных каналов ввиду существенных дополнительных материальных затрат и высокой трудоемкости производства работ (240 чел-ч на 100 м<sup>2</sup> кровли) не нашло широкого применения в практике ремонтных работ.

В настоящее время при производстве ремонтных работ *аэраторы* (вентиляционные вытяжки) находят все более широкое применение для просушивания утеплителя.

В зарубежной практике вентиляционные вытяжки являются обязательными конструктивными элементами в совмещенных покрытиях. Вытяжки обеспечивают воздухообмен в подкровельном промежутке, способствуют повышению эксплуатационных качеств покрытий и их долговечности.

За рубежом наибольшее применение нашли вытяжки, изготовленные из атмосферостойких полимерных материалов (Италия, Венгрия, Финляндия, Норвегия, Чехия и др.). Однако конструкция известных вытяжек, используемых за рубежом, достаточно сложная. Они отличаются высокой материалоемкостью и стоимостью. Вытяжки из-за малого поперечного сечения вытяжной трубы обладают низкой вентиляционной активностью. Воздухообмен осуществляется только в двух плоскостях: из-под утеплителя и из-под кровельного промежутка кровли. Конструктивное решение заделки стыка в месте пересечения вытяжки с кровлей достаточно сложное и трудоемкое.

В августе-сентябре 1996 года сотрудниками кафедры ТСП Брестского политехнического института были выполнены работы по просушиванию засыпного утеплителя (гравия керамзитового) при ремонте кровли жилого дома в г. Бресте.

Просушивание утеплителя выполнялось с применением разработанных на кафедре «ТСП» Брестского политехнического института аэраторов (рис. 7.8). Отличительной особенностью этих аэраторов от известных является использование для их изготовления асбестоцементных труб вместо металла. Замена тонколистового металла на асбестоцемент позволила полностью исключить коррозионные процессы в их элементах и увеличить срок службы. Для эффективного удаления свободной влаги из слоя утеплителя в стенках вытяжной трубы на высоту рабочей зоны (толщину слоя утеплителя) была выполнена перфорация: просверлены отверстия диаметром 10 мм с шагом 20 мм (см. рис. 7.8). Металлический колпак, предохраняющий аэратор от попадания атмосферных осадков, выполнен съемным, что при отборе проб обеспечивает свободный доступ к просушиваемому материалу.

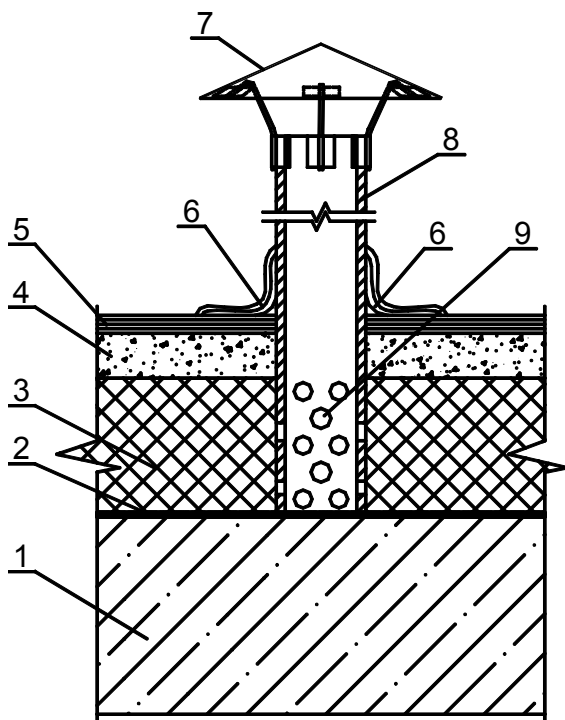


Рис. 7.8. Схема установки аэратора на совмещенной кровле:

- 1 – несущая конструкция; 2 – пароизоляция (один слой рубероида); 3 – утеплитель (гравий керамзитовый,  $\delta = 120$  мм); 4 – выравнивающая стяжка ( $\delta = 30$  мм); 5 – водоизоляционный ковер (четыре слоя рубероида); 6 – наплавляемый рубероид (два слоя); 7 – металлический колпак (съёмный); 8 – аэратор (асбестоцементная труба диаметром 100 мм); 9 – рабочая зона аэратора (отверстия диаметром 10 мм с шагом 20 мм)

Для просушивания гравия керамзитового на крыше жилого дома были установлены аэраторы с высотой от поверхности кровли – 800 мм и с шагом 1,5 м. За 35 суток влажность гравия керамзитового удалось снизить с 20 до 11 %.

Несмотря на достаточно большое разнообразие конструктивных решений, аэраторы не нашли широкого применения для просушки переувлажненного утеплителя в эксплуатируемых кровлях.

Основными причинами невостребованности аэраторов при производстве ремонтных работ совмещенных кровель являются:

- высокая трудоемкость (более 90 чел-ч на 100 м<sup>2</sup> кровли) и сложность выполнения работ по их установке на совмещенной крыше;
- низкая эффективность их работы в климатической зоне Республики Беларусь (просушить материал удается до влажности не ниже 10–12 %).

### ***7.2.3. Восстановление эксплуатационных характеристик увлажненных засыпных утеплителей***

Как показывает практика, увлажненный засыпной утеплитель, прошедший просушивание с использованием осушающих каналов или аэраторов, не отвечает предъявляемым требованиям:

- влажность материала существенно (в три–четыре раза) выше допустимых значений;
- коэффициент теплопроводности материала более чем на 60 % превышает нормативные значения.

Низкую эффективность применения осушающих каналов и аэраторов для восстановления теплотехнических характеристик переувлажненных засыпных утеплителей можно объяснить следующим:

- 1) не обеспечивается полное удаление свободной влаги из слоя теплоизоляции;
- 2) не происходит восстановление объема закрытых пор в материале.

Следует отметить, что наличие в гравии керамзитовом, длительное время используемом в качестве утеплителя в совмещенных кровлях, большого объема открытых пор (порядка 25–30 %) приводит к существенному увеличению динамики водопоглощения материала. Очевидно, такая структура гранул материала не позволяет засыпному утеплителю, просушенному с использованием аэраторов и осушающих каналов, сохранить достигнутую влажность длительное время.

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

Эффективное восстановление эксплуатационных (в первую очередь теплоизоляционных) характеристик переувлажненных засыпных утеплителей возможно при условии, что материал просушен до требуемой влажности и в его структуре преобладают закрытые поры.

На кафедре «Технология строительного производства» Брестского государственного технического университета разработана и апро-

бирована при производстве ремонтных работ совмещенной кровли эффективная технология по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей.

Разработанная технология базируется на методе контактного омоноличивания и позволяет совместить процессы просушивания засыпных утеплителей и восстановления их пористой структуры.

Основу этого метода составляет процесс омоноличивания зернистых и волокнистых 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) равномерно и тонким слоем распределенного по поверхности зерна или волокна, которые затем приводят в соприкосновение.

Схема строения структуры сыпучих теплоизоляционных материалов, прошедших восстановление методом контактного омоноличивания, приведена на рис. 7.9.

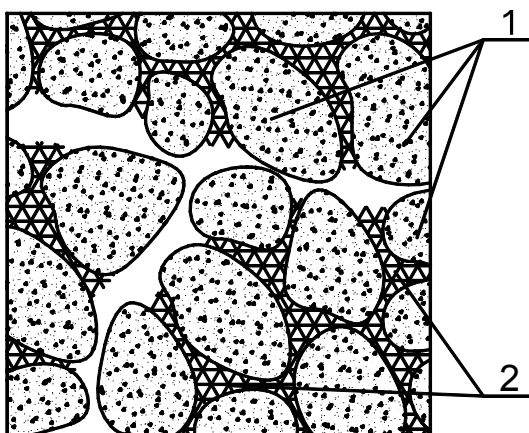


Рис. 7.9. Схема строения материала, прошедшего контактное омоноличивание:  
1 – каркасообразующий материал (гранулы); 2 – склеивающая прослойка

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 виде порошка) на основе неорганических вяжущих.

Для решения поставленной задачи по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей применяемая гидрофильная смесь (ГС) должна обладать следующими свойствами:

- хорошо поглощать свободную влагу из утеплителя;
- за счет поглощения свободной влаги из утеплителя образовывать пластично-вязкое тесто, способное в короткое время самопроизвольно затвердевать в результате физико-механических процессов.

Анализ литературных источников позволил сделать заключение, что для восстановления эксплуатационных характеристик засыпных утеплителей методом контактного омоноличивания наиболее перспективно применять гидрофильную смесь на основе неорганического вяжущего вещества: полуводного гипса.

*Полуводный гипс* обладает замечательной способностью хорошо поглощать влагу и быстро твердеть. Но это – воздушное вяжущее вещество, и на его прочность отрицательно действует влага. Даже при ничтожно малом увлажнении (0,5 %) наблюдаются снижение прочности и развитие пластических деформаций гипсовых конструкций. Гипсовые изделия во влажном состоянии иногда сохраняют лишь немногим более половины прочности, свойственной материалу в сухом состоянии. Кроме того, эти изделия отличаются низкой морозостойкостью и повышенной ползучестью. Все это не позволяет рекомендовать применение полуводного гипса без добавок для восстановления теплоизоляционных характеристик засыпных утеплителей в эксплуатируемых совмещенных кровлях и наружных стенах.

В связи с этим были проведены дополнительные исследования, направленные на подбор оптимального состава ГС на основе гипса. Исследования свойств гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ), выполненные Волженским А.В., Стамбулко В.И. и Ферроной А.В., показали, что свойства вяжущих зависят от качества и соотношения исходных составляющих. Прочность и водостойкость изделий из ГЦПВ, находящихся во влажной среде, зависят главным образом от количества комбинированной добавки (цемент + пуццолановая добавка) в составе смешанного вяжущего.



Волженский А.В. с сотрудниками, по результатам выполненных исследований, для изготовления ограждающих конструкций рекомендуют применять следующий состав ГЦПВ (в процентах по весу):

- полуводный гипс – 75–50;
- портландцемент – 15–25;
- пуццолановая добавка активностью 10–25.

ГЦПВ такого состава обладают следующими свойствами:

- быстрое нарастание прочности (уже через 2–3 часа после соединения с водой прочность достигает 30–40 % марочной прочности);
- водостойкостью и повышенной сульфатостойкостью. Коэффициент размягчения бетонов из ГЦПВ составляет 0,6–0,8. По сульфатостойкости ГЦПВ равноценны сульфатостойкому портландцементу. Изделия из ГЦПВ характеризуются морозостойкостью 20–50 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Анализ основных эксплуатационных характеристик ГЦПВ позволяет сделать следующее заключение: рассматриваемый материал обладает рядом свойств (высокая морозостойкость; водостойкость), которые позволят обеспечить эффективную эксплуатацию засыпных утеплителей после восстановления их теплоизоляционных свойств.

На основании исследований свойств ГЦПВ, выполненных А.В. Волженским с сотрудниками, и результатов лабораторных исследований подобран следующий рациональный состав гидрофильной смеси: полуводный гипс – 70–60 %, портландцемент – 10–15 %, пуццолановая добавка (керамзит) – 20–25 %.

Выполненные лабораторные исследования показали, что рекомендуемый состав ГС обладает высокой водо- и морозостойкостью.

#### ***7.2.4. Основные положения технологии производства работ***

Производство работ по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных теплоизоляционных материалов непосредственно на эксплуатируемых совмещенных кровлях является специфическим технологическим процессом. Одним из основных требований, которым он должен удовлетворять, является обеспечение нормальной эксплуатации помещений, расположенных в зоне производства ремонтных работ кровли.

Очевидно, выполнить это требование возможно при условии:

а) если работы на кровле ведутся при минимальной площади вскрытых участков водоизоляционного ковра, что позволяет исключить протечки кровли;

б) технология обеспечивает выполнение работ на кровле в сжатые сроки.

Решение поставленной задачи осуществляется нагнетанием сухой гидрофильной смеси (в дальнейшем ГС) в слой теплоизоляции из засыпных переувлажненных утеплителей через инъекторы.

### *Определение основных рабочих параметров процесса нагнетания ГС через инъекторы*

Анализ результатов исследований по инъектированию грунтов, выполненных А. Камбефором и др., позволяет сделать заключение, что одним из основных вопросов при разработке технологии проведения работ по подаче сухого порошка в слой сыпучих материалов является выбор режимов нагнетания ГС, основными из которых являются:

- величина рабочего давления нагнетания ГС;
- радиус распространения ГС в слое сыпучего утеплителя;
- расход ГС с одной стоянки инъектора.

### *Определение величины рабочего давления нагнетания ГС*

Одним из основных параметров режима нагнетания является величина давления, позволяющая обеспечить равномерное проникновение частиц ГС в слой сыпучего утеплителя. Очевидно, что чем выше будет величина давления при подаче сухого порошка, тем больший объем массива сыпучего утеплителя можно обработать ГС из одного инъектора.

Основным критерием при выборе величины давления при нагнетании закрепляющих растворов в грунт является условие, что оно (давление) должно быть меньше предельного, при котором могут возникнуть разрывы закрепляемого грунта и прорывы раствора за пределы закрепляемого контура.

Очевидно, данный критерий при выборе давления нагнетания порошка в слой сыпучего теплоизоляционного материала использовать не представляется возможным в связи со следующим:

- различие агрегатных состояний нагнетаемых материалов;

- существенное отличие в структуре инъецированных материалов (межзерновая пористость, коэффициент фильтрации и т. д.);
- различие задач, решаемых при проведении инъектирования.

Исходя из требований, предъявляемых к теплоизоляции, в качестве основного критерия при выборе рабочего давления нагнетания ГС принята такая его величина, при которой в слое теплоизоляции, примыкающем к стенкам инъектора, не образуются «лунки» (пустоты), которые в дальнейшем могут привести к появлению «мостиков холода» в совмещенном покрытии (рис. 7.10).

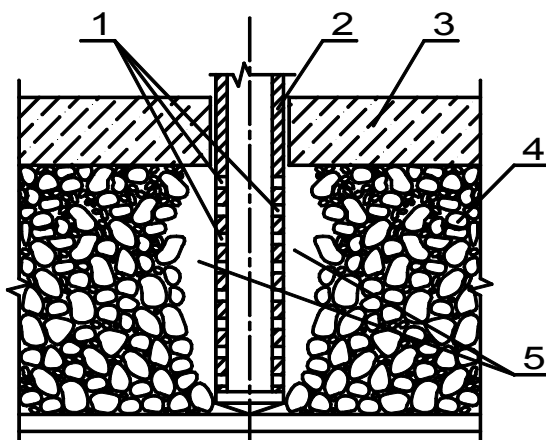


Рис. 7.10. Появление «лунок» в слое гравия керамзитового:

1 – рабочая часть инъектора с перфорацией; 2 – инъектор; 3 – цементно-песчаная стяжка; 4 – керамзитовый гравий; 5 – «лунка» в слое утеплителя

*Для определения максимальной величины давления нагнетания ГС, при котором не произойдет образования «мостиков холода» у мест установки инъектора, были выполнены следующие лабораторные исследования.*

В специально изготовленный лабораторный ящик со стеклянными стеклами (аквариум) были засыпаны пробы гравия керамзитового, толщиной слоя 140 мм (что соответствует слою утеплителя в эксплуатируемых кровлях). Затем в слой теплоизоляции погружался инъектор и от компрессора подавался воздух. Увеличение давления производилось ступенями: по 0,05 МПа. Величина давления контролировалось по манометру.

Появление «лунок» в слое гравия керамзитового, в месте погружения инъектора, определялось визуально.

По результатам исследований установлены максимальные значения рабочего давления нагнетания ГС, не приводящие к появлению «лунки» у инъектора:

– 0,8 МПа для гравия керамзитового средней насыпной плотности 500–650 кг/м<sup>3</sup>;

– 0,9 МПа для гравия керамзитового средней насыпной плотности 660–800 кг/м<sup>3</sup>.

### *Определение радиуса распространения ГС в слое гравия керамзитового*

Следует отметить, что информация о проведенных теоретических или экспериментальных исследованиях по данной проблеме в литературе отсутствует, однако достаточно широко представлены результаты исследований по определению радиуса закрепления различных видов грунтов способами силикатизации и смолизации. Как следует из этих исследований, величина радиуса закрепления грунтов, используемая при разработке проектов производства работ по упрочнению грунтов, была определена экспериментальным путем.

С использованием известных методик, для определения радиуса распространения гидрофильной смеси в слое теплоизоляции, выполненной из гравия керамзитового, были приведены следующие экспериментальные исследования.

В лабораторный стенд (стенки выполнены из стекла) с размерами в плане 2000 × 2000 мм и высотой 500 мм был засыпан гравий керамзитовый, толщиной слоя 140 мм, что соответствует фактическим значениям слоя теплоизоляции в эксплуатируемых кровлях. По слою гравия керамзитового была уложена цементно-песчаная стяжка толщиной 30 мм. После набора прочности в стяжке по центру образца было просверлено отверстие диаметром 22 мм под установку инъектора.

Нагнетание ГС состава: гипс – 65 %, портландцемент – 15 %, пуццолановая добавка (керамзит) – 20 %, в слой сыпучего утеплителя осуществлялось согласно разработанной и приведенной ниже технологии.

Спустя семь суток после завершения работ по нагнетанию ГС в образцы из них были взяты пробы для проведения исследований свойств материала. Пробы материала были отобраны в четырех точках, на расстоянии 50, 70, 80 и 90 см от места установки иньектора (рис. 7.11). Места отбора проб из образцов определялись визуально исходя из интенсивности проникновения ГС в слой утеплителя.

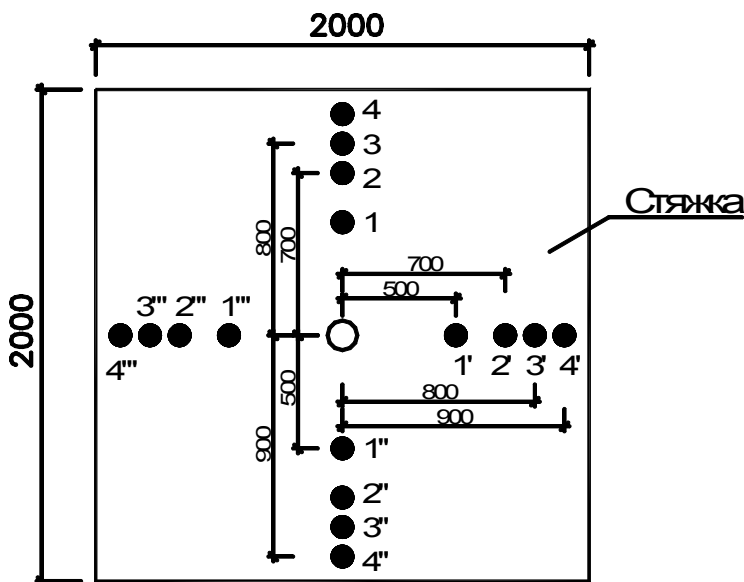


Рис. 7.11. Схема мест отбора проб:

- – место установки иньектора;
- – места отбора проб

Для определения радиуса распространения ГС в слое гравия керамзитового были выполнены лабораторные исследования материала сыпучего утеплителя, прошедшего восстановление нагнетанием гидрофильной смеси методом инъекцирования.

Исследования зернового состава материала гравия керамзитового после нагнетания ГС и обработка полученных результатов осуществлялись в полном соответствии с ГОСТ 9758–86.

Анализ результатов исследований показал, что для всех проб материала, отобранных в радиусе 80 см от иньектора, процентное содержание частных остатков на поддоне различается не более чем на 4–5 %.

Следовательно, расстояние 80 см от инжектора можно принять в качестве базового для определения радиуса распространения гидрофильной смеси в слое гравия керамзитового.

Исследования водостойкости материала проводились в соответствии с ГОСТ 25094–94.

Для проведения исследований были взяты пробы (гранулы материала, обработанные ГС) из образцов гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 600 и 800 кг/м<sup>3</sup>, подвергнутых обработке 5 или 15 % ГС.

Анализ результатов исследований позволяет сделать заключение, что материал, полученный по результатам обработки гравия керамзитового ГС состава: гипс – 65 %, портландцемент – 15 %, пуццолановая добавка (керамзит) – 20 %, обладает достаточно высокой водостойкостью: потеря массы материала не превышает величины погрешности измерений.

Исследования теплофизических свойств материала выполнялись по ГОСТ 30256–94.

При проведении исследований были использованы образцы материала, в течение семи суток после завершения нагнетания ГС хранившиеся в помещении при температуре воздуха 20±5 °С.

Для проведения исследований по определению коэффициента теплопроводности гравия керамзитового использовалась установка-измеритель теплопроводности марки ИТ-1.

Анализ результатов исследований показал, что для всех проб гравия керамзитового, обработанного ГС, и отобранных в радиусе 80 см от инжектора, влажность материала сыпучего утеплителя снизилась по сравнению с исходной более чем в два раза. Результаты исследования проб материала, взятых на расстоянии 90 см от инжектора, показывают, что снижение влажности гравия керамзитового по сравнению с исходной составило не более 30 %.

**Исследования структуры гранул гравия** керамзитового, обработанного ГС, выполнялись с использованием шлифов гранул материала на электронном микроскопе МКИ-2М-1.

Структура гранул гравия керамзитового, отобранных на расстоянии 80 см от инжектора, при увеличении в 65 раз, насыпной плотностью 600 и 800 кг/м<sup>3</sup> приведена на рис. 7.12.

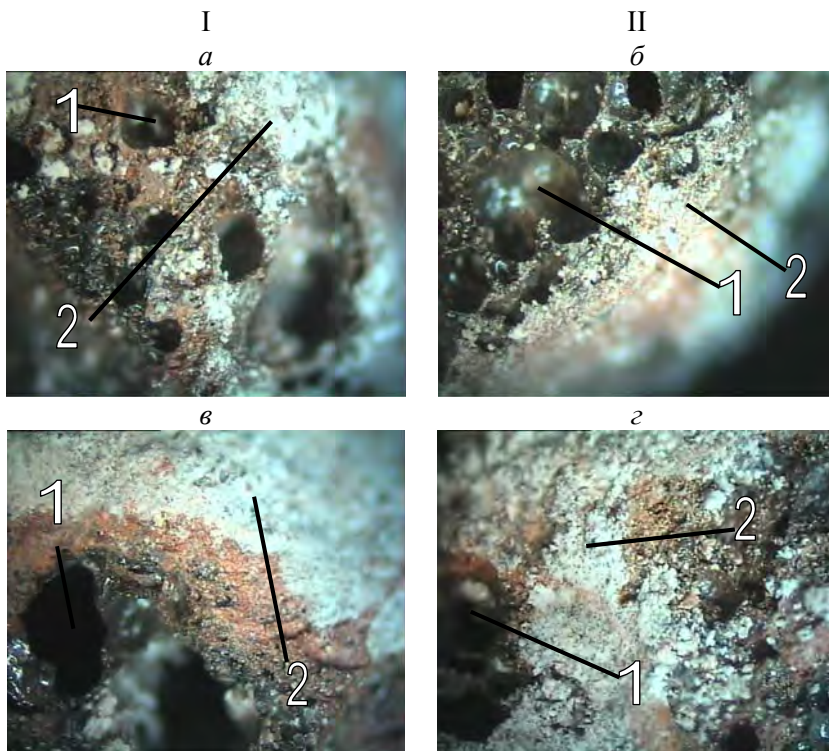


Рис. 7.12. Структура гранул гравия керамзитового (увеличение в 65 раз):  
 I – гравий керамзитовый средней насыпной плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ ;  
 II – гравий керамзитовый насыпной плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ ;  
 а, б – материал, обработанный 5 % ГС; в, г – материал, обработанный 15 % ГС;  
 1 – открытые поры; 2 – водостойкая пленка, образованная самопроизвольно затвердевшей ГС

Анализ структуры гранул гравия керамзитового позволяет сделать следующее заключение: ГС за счет поглощения свободной влаги из утеплителя образовала пластично-вязкое тесто, которое за короткое время, самопроизвольно затвердев в результате физико-механических процессов, создало пленку на поверхности гранул керамзита и уменьшило объем открытых пор в материале. При введении ГС 15 % по массе гравия керамзитового открытые поры в материале практически отсутствуют (рис. 7.13, в, г), что существенно улучшило теплофизические характеристики материала.



Рис. 7.13. Структура гранул гравия керамзитового насыпной плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  после испытаний на морозостойкость (увеличение в 65 раз):  
 1 – открытые поры; 2 – водостойкая пленка, образованная самопроизвольно затвердевшей ГС

В результате нагнетания в гравий керамзитовый ГС произошли качественные изменения теплофизических свойств восстановленного утеплителя, о чем свидетельствует существенное изменение (уменьшение) численных значений коэффициента теплопроводности гравия керамзитового в зависимости от влажности материала.

**Исследования морозостойкости** гравия керамзитового, подвергнутого восстановлению нагнетанием гидрофильной смеси, проводились в соответствии с ГОСТ 9758–86.

Для проведения испытаний было отобрано шесть проб гравия керамзитового средней насыпной плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ , подвергнутого обработке ГС.

С учетом того, что согласно действующим нормативным материалам гравий керамзитовый должен выдерживать не менее 15 циклов замораживания-оттаивания с потерей массы не более 8 %, пробы восстановленного материала были подвергнуты также 15 циклам замораживания-оттаивания.

Результаты, полученные по итогам исследований, позволяют сделать следующее заключение.

Материал, образовавшийся после самопроизвольного затвердевания сухой гидрофильной смеси в процессе контактного омоноличивания гравия керамзитового, обладает достаточно высокой морозостойкостью: потеря по массе для него составила около 0,6 %, что более чем в 13 раз ниже аналогичного показателя для гравия керамзитового.

Анализ структуры гранул гравия керамзитового средней насыпной плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  после испытаний на морозостойкость при увели-



чении в 65 раз также подтверждает высокие эксплуатационные свойства предлагаемого способа восстановления сыпучих утеплителей.

На фотографиях (см. рис. 7.13) видно, что слой водостойкого материала (пленки), образовавшийся в результате самопроизвольного затвердевания гидрофильной смеси состава: гипс – 65 %, портландцемент – 15 %, пуццолановая добавка (керамзит) – 20 %, по завершении испытаний на морозостойкость полностью сохранился.

Анализ выполненных исследований отобранных проб материала показал, что разработанная технология нагнетания ГС в слой гравия керамзитового обеспечивает равномерное проникновение нагнетаемой сухой смеси в массив восстанавливаемой теплоизоляции в радиусе 80 см.

Следовательно, для разработанной технологии производства работ по восстановлению функциональных свойств гравия керамзитового можно рекомендовать радиус распространения гидрофильной смеси 80 см.

#### *Определение расхода вводимого порошка гидрофильной смеси*

Для расчета количества порошка ГС, вводимого с одной позиции установки инжектора, необходимого для контактного омоноличивания слоя переувлажненного сыпучего утеплителя, предлагается следующее математическое выражение:

$$Q = \pi R^2 l n A, \text{ кг,}$$

где  $R$  – радиус распространения ГС в слое засыпного утеплителя, м;

$l$  – длина заходки, м (принимается равной длине перфорированной части инжектора);

$n$  – пористость засыпного утеплителя (процент открытых пор в засыпном утеплителе);

$A$  – коэффициент межзерновой пустотности засыпного утеплителя.

На основании выполненных исследований радиус распространения ГС в слое гравия керамзитового рекомендуется принимать  $R = 0,8$  м.

Значения пористости  $n$  при расчетах расхода количества вводимого порошка ГС рекомендуется принимать:

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 600–650 кг/м<sup>3</sup> – 10–15 %;

– гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 650–750 кг/м<sup>3</sup> – 15–20 %;

– гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 750–800 кг/м<sup>3</sup> – 20–25 %.

Коэффициент межзерновой пустотности  $A$  гравия керамзитового рекомендуется принимать:

– для материала со средней насыпной плотностью от 600 до 700 кг/м<sup>3</sup> – 1,05–1,1;

– материала со средней насыпной плотностью от 700 до 800 кг/м<sup>3</sup> – 1,1–1,15.

### ***7.2.5. Технология производства работ***

Нагнетание сухой гидрофильной смеси (ГС) в слой сыпучего преувлажненного утеплителя через инжекторы является комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

– разметку на кровле мест установки инжекторов и расположения контрольных отверстий;

– сверление отверстий (для установки инжекторов; контрольных) в водоизоляционном ковре и выравнивающей стяжке.

Основные технологические процессы включают:

– установку инжектора в рабочее положение и герметизацию стыка его с кровлей;

– нагнетание гидрофильной смеси через инжектор в слой сыпучего утеплителя;

– извлечение инжектора и ремонт выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инжектора.

Разметка мест (точек) установки инжекторов и расположения контрольных отверстий на ремонтируемой совмещенной кровле осуществляется в полном соответствии с проектом производства работ. Разметка выполняется с использованием измерительных инструментов (рулетки, шаблоны и др.). Места (точки) установки инжекторов и расположения контрольных отверстий на водоизоляционном ковре отмечаются несмываемой краской.

Сверление отверстий в водоизоляционном ковре и выравнивающей цементно-песчаной стяжке выполняется с помощью электроинстру-

мента: ручных электрических машин. Диаметр просверленных отверстий принимается на 1–2 мм больше наружного диаметра иньектора.

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 его стыка с кровлей.* Для уменьшения объема ручных операций при производстве работ погружение иньектора в слой сыпучего утеплителя рекомендуется выполнять с помощью отбойного молотка (рис. 7.14).

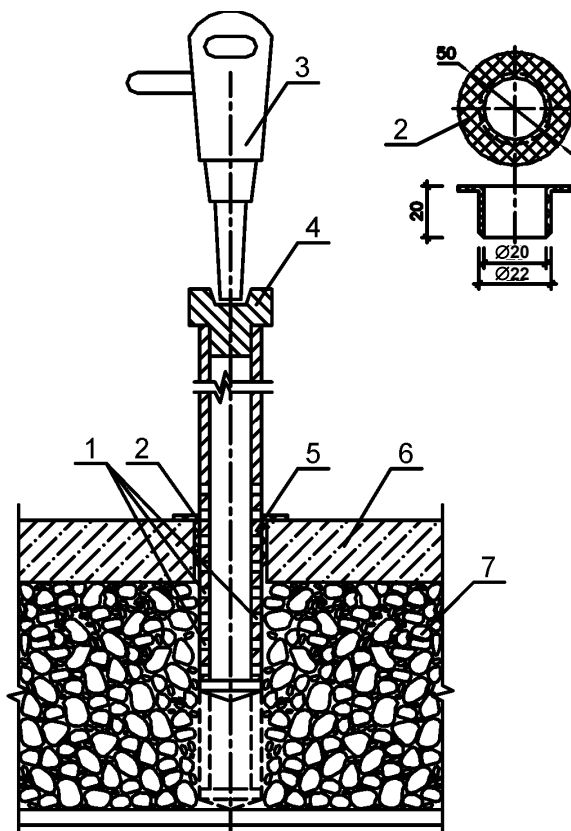


Рис. 7.14. Погружение иньектора в слой сыпучего утеплителя:  
1 – отверстия в иньекторе; 2 – уплотнительная шайба; 3 – отбойный молоток;  
4 – наголовник; 5 – иньектор; 6 – цементно-песчаная стяжка;  
7 – гравий керамзитовый

Для обеспечения герметизации стыка инъектора с кровлей используется уплотнительная шайба 2, выполненная из вулканизированной резины (см. рис. 7.14).

**Нагнетание гидрофильной смеси в слой сыпучего утеплителя через инъектор** является основным процессом при производстве работ по восстановлению эксплуатационных характеристик пересушенных засыпных теплоизоляционных материалов непосредственно на эксплуатируемых совмещенных кровлях. От того насколько равномерно 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 с выполняется «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом через инъектор. Величина давления «продувки» принимается равной величине рабочего давления.

*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 количество порошка гидрофильной смеси засыпается в емкость (рис. 7.15) и при рабочем давлении нагнетается через инъектор (рис. 7.16) в слой сыпучего утеплителя.

3. Сразу по завершении нагнетания порошка ГС в слой теплоизоляции через инъектор выполняется повторная «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом. Величина давления воздуха принимается равной рабочему давлению. Повторная продувка сжатым воздухом должна обеспечить равномерное распространение гидрофильной смеси в радиусе действия инъектора. Повторная продувка выполняется до тех пор, пока порошок ГС не будет зафиксирован в контрольных отверстиях.

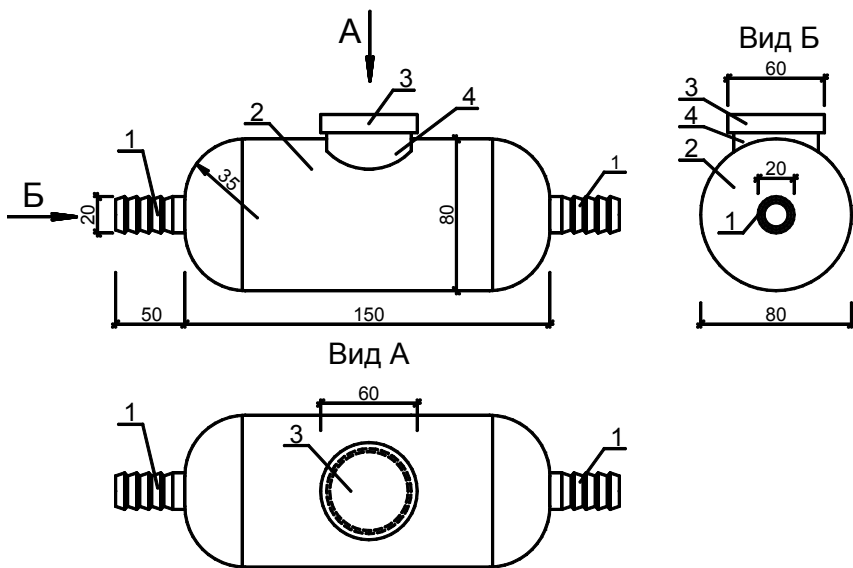


Рис. 7.15. Емкость для гидрофильной смеси:

1 – гребенка для закрепления шланга; 2 – корпус емкости (металлический лист толщиной 1 мм); 3 – металлическая крышка; 4 – горловина для засыпки материала

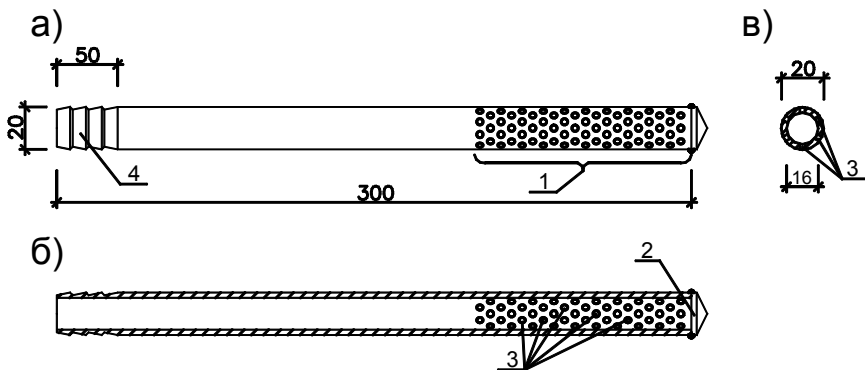


Рис. 7.16. Инъектор для нагнетания ГС в слой сыпучего утеплителя:

а – общий вид; б – продольный разрез; в – поперечный разрез;  
 1 – рабочая зона с перфорацией; 2 – металлическая заглушка;  
 3 – отверстия диаметром 3 мм с шагом 8 мм; 4 – гребенка  
 для крепления подающего шланга

Корпус емкости для ГС (см. рис. 7.15) выполняется на сварке из металлического листа толщиной 1 мм. Для присоединения шлангов в торцах емкости приварены гребенки 1 диаметром 20 мм. Одна гребенка служит для подачи воздуха от компрессора в емкость, а другая – для подачи ГС (порошка) в иньектор. Гидрофильная смесь засыпается в корпус емкости через горловину 4, которая закрывается крышкой 3. Герметичность корпуса емкости в процессе нагнетания ГС обеспечивается резиновой прокладкой в крышке 3.

Иньектор (см. рис. 7.16) изготавливается из стальных бесшовных горячедеформированных труб диаметром 20 мм (ГОСТ 8731–87). Общая длина иньектора 300–400 мм. Длина рабочей зоны иньектора 1 (см. рис. 7.15) принимается равной толщине слоя восстанавливаемого переувлажненного сыпучего утеплителя. Для подачи порошка в слой утеплителя в рабочей зоне иньектора выполняется перфорация в виде отверстий 3 (см. рис. 7.16) диаметром 3 мм; шаг отверстий 8 мм.

Быстрое и надежное соединение иньектора с подающим шлангом от компрессора (или корпуса емкости для гидрофильной смеси) обеспечивает металлическая гребенка 4, соединенная с корпусом иньектора путем сварки.

Для создания рабочего давления по подаче ГС в слой гравия керамзитового рекомендуется использовать компрессор марки К-5.

Масса компрессора без ресивера 95 кг. Величина давления на выходе 10 кг/см<sup>2</sup>. Изготовитель: Бежецкий завод компрессоров.

При разработке ППР, с целью максимального снижения трудозатрат на выполнение технологических операций, рекомендуется следующая последовательность выполнения работ на захватке:

- для захваток прямоугольных в плане целесообразно применять рядовую (горизонтальную) схему (рис. 7.17, а);
- захваток квадратных в плане – рядовую (вертикальную) схему (рис. 7.17, б).

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 «пробок» (рис. 7.18).

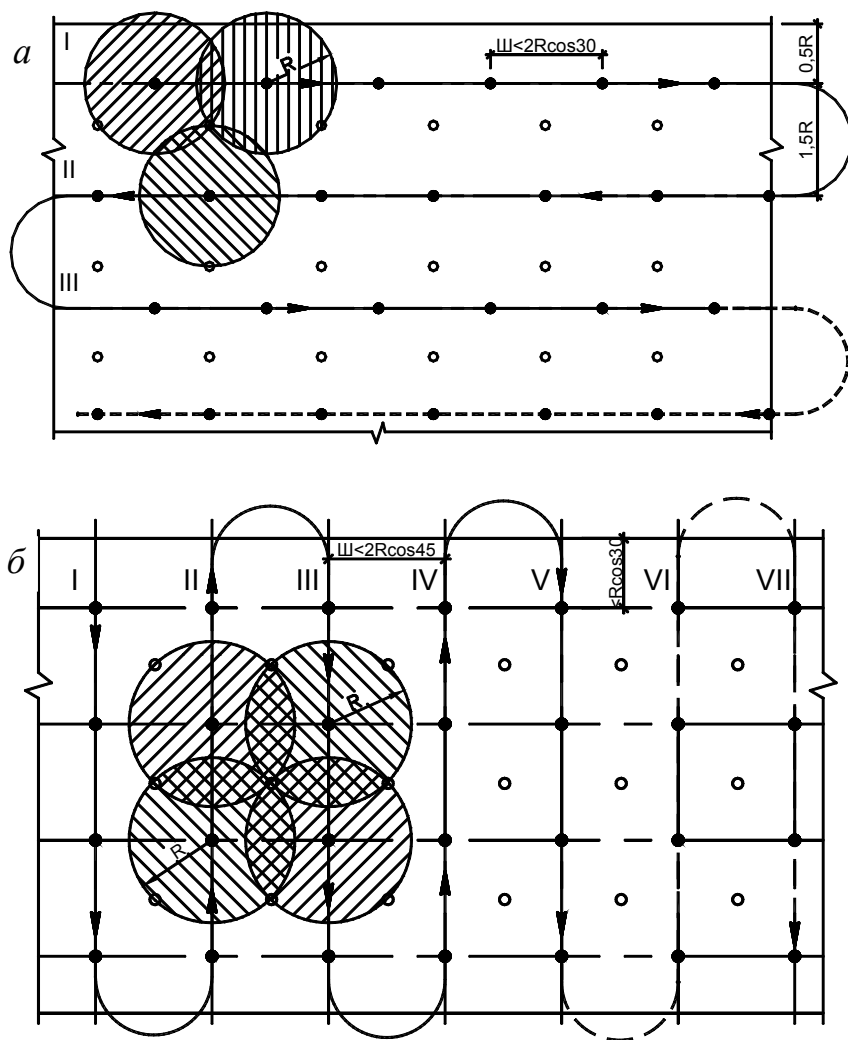


Рис. 7.17. Последовательность нагнетания ГС в слой теплоизоляции на захватке:  
*a* – рядовая (горизонтальная); *б* – рядовая (вертикальная);  
 I–VII – последовательность выполнения операций;  
*R* – радиус распространения ГС ( $R = 0,8$  м); III – шаг установки иньекторов;  
 ○ – контрольные отверстия;  
 ● – отверстия под установку иньекторов;  
 ➔ – направление движения при производстве работ

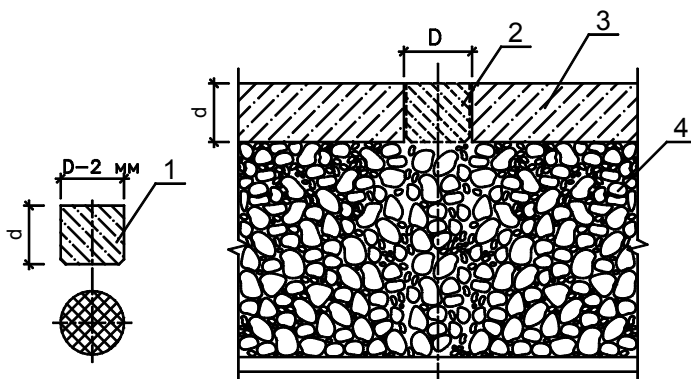


Рис. 7.18. Схема заделки отверстий в стяжке «пробками» из цементно-песчаного раствора:

- 1 – предварительно изготовленная «пробка»; 2 – отверстие в стяжке (контрольное; для установки иньектора); 3 – цементно-песчаная стяжка; 4 – сыпучий утеплитель после нагнетания ГС

«Пробки» 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 (см. рис. 7.18).

Ремонт вскрытого водоизоляционного ковра рекомендуется выполнять наклеивая заплаты из эластомерного рулонного материала «Элон». Заплаты изготавливают из рулонных материалов, аналогичных уложенным в существующем водоизоляционном ковре, или из эластомерного рулонного материала «Элон».

### 7.3. Ремонт кровель с утеплителем из легкобетонных плит

Основным видом плитного утеплителя в совмещенных эксплуатируемых кровлях жилых и общественных зданий являются легкобетонные плиты (пенобетон, газобетон, пеногазосиликат). Натурные исследования совмещенных кровель с утеплителем из легкобетонных плит показали, что после 15–20 лет эксплуатации плиты разрушились и представляют собой переувлажненную несвязанную массу с крайне низкими теплотехническими характеристиками (коэффициент теплопроводности вырос в 2,5–3 раза).



На сегодня отсутствуют технологии, позволяющие обеспечить просушивание и восстановление пористой структуры разрушенного легкого бетонного плитного утеплителя непосредственно на кровле эксплуатируемых зданий.

В связи с этим качественное выполнение ремонта эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель с переувлажненным теплоизоляционным слоем из легкого бетонных плит возможно при использовании следующих технологий производства работ:

- а) полная замена утеплителя;
- б) устройство инверсионной кровли.

Ремонт кровли с полной заменой легкого бетонного плитного утеплителя является материалоемким и трудоемким комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

*Подготовительные процессы* включают удаление с кровли существующего водоизоляционного ковра, выравнивающей стяжки и слоя теплоизоляции из легкого бетонных плит.

*Основные технологические процессы* включают:

- устройство (ремонт) пароизоляции;
- устройство теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя;
- устройство выравнивающей стяжки;
- устройство водоизоляционного ковра.

Для удаления старого рулонного ковра рекомендуется использовать машину конструкции ЛНИИ АКХ (Ленинградский научно-исследовательский институт Академии коммунального хозяйства).

Машина ЛНИИ АКХ позволяет с помощью вращающейся фрезы разрезать рулонный ковер на требуемую глубину. Перемещение машины осуществляется вручную. Размеры захваток определяются длиной электрических кабелей и конструктивными размерами зданий. Как правило, интервал между нарезаемыми полосами принимается равным 1,0 м. По мере окончания работ на захватке машина ЛНИИ АКХ передвигается на очередную захватку.

Машина ЛНИИ АКХ работает следующим образом:

- устанавливают требуемую глубину врезания фрезы, определяемую толщиной рулонного покрытия, и включают электродвигатель;
- фрезу плавно опускают до касания с поверхностью рулонного ковра и начинают равномерно двигать вперед, обеспечивая требуемую глубину нарезки шва.

При перемещении машины на новое место предварительно необходимо вывести фрезу из материала кровли.

После нарезания швов рулонного ковра кромки торцов образовавшихся полос надрезают вручную с помощью инвентарного скребка, скатывают в рулоны и удаляют с крыши.

После удаления старого водоизоляционного ковра приступают к разборке и удалению выравнивающей стяжки и легковесных плит.

Разборку и удаление выравнивающей стяжки и легковесных плит с кровли, в зависимости от объемов работ, рекомендуется выполнять:

- а) полумеханизированным способом с помощью отбойного молотка;
- б) вручную с использованием ломов, топоров, стальных клиньев.

По завершении работ по разборке выравнивающей стяжки и легковесных плит образовавшийся строительный мусор вручную загружают в ящики или бункера емкостью 1–1,5 м<sup>3</sup> и с помощью крышевых кранов снимают с кровли, грузят в автотранспорт и вывозят с объекта.

При выполнении ремонтных работ наибольшее применение нашли крышевые краны с электролебедкой марок К-1М и КБК-2 (рис. 7.19, 7.20). Эти краны отличаются быстрым монтажом и демонтажем. На крышу их поднимают в разобранном виде. Крышевые краны марок К-1М и КБК-2 можно эффективно использовать для подъема на ремонтируемую крышу зданий штучных и сыпучих строительных материалов.

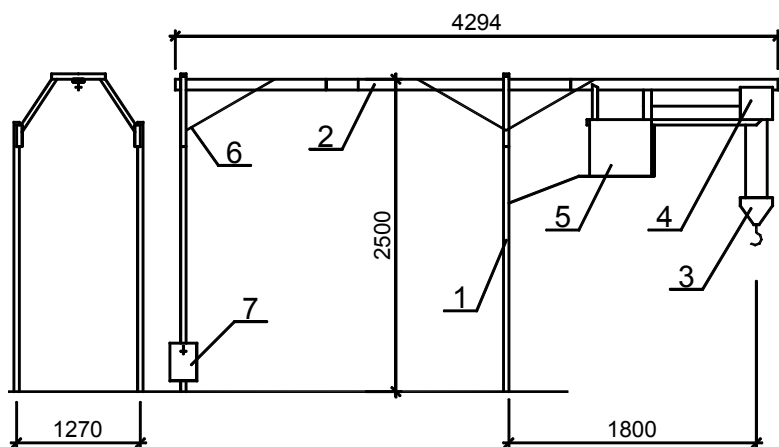


Рис. 7.19. Кран крышевой балочно-консольный КБК-2:

1 – стойка; 2 – балка; 3 – крюк; 4 – каретка; 5 – привод; 6 – раскос; 7 – контргрузы

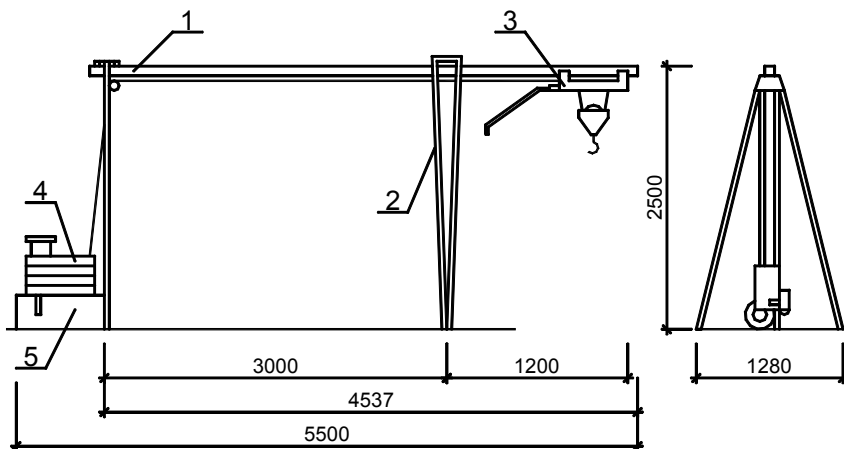


Рис. 7.20. Крышевой кран К-1М:

1 – балка; 2 – стойка; 3 – тележка грузовая; 4 – электропривод; 5 – противовес

По завершении подготовительных процессов приступают к работам, составляющим основной технологический процесс: устройство (ремонт) пароизоляции, теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя, выравнивающей стяжки, водоизоляционного ковра.

#### 7.4. Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ является комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

- ремонт выравнивающей стяжки;
- ремонт существующего водоизоляционного ковра.

Основные технологические процессы включают:

- устройство теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя;
- устройство защитного слоя из мелкозернистого асфальтобетона.

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель предполагает устройство теплоизоляционного и защитного слоя по существующему покрытию (рис. 7.21).

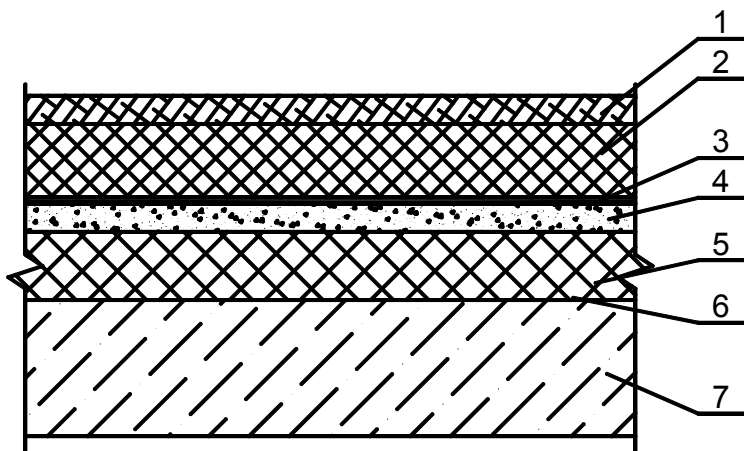


Рис. 7.21. Конструкция инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель:

- 1 – защитный слой толщиной 20 мм (холодная асфальтобетонная смесь);
- 2 – теплоизоляционный слой (толщина определяется расчетом);
- 3 – существующий водоизоляционный ковер; 4 – выравнивающая стяжка (существующая); 5 – плитный утеплитель; 6 – пароизоляция;
- 7 – несущая конструкция покрытия

Такое конструктивное решение (см. рис. 7.21) позволяет:

- 1) существенно снизить трудоемкость производства работ и уменьшить расход материалов;
- 2) обеспечить требуемое термическое сопротивление теплопередачи ремонтируемого совмещенного покрытия без затрат на просушивание переувлажненного утеплителя.

**Устройство дополнительного теплоизоляционного слоя** предполагает укладку плитного утеплителя по отремонтированному водоизоляционному коврау. В инверсионных кровлях действующие нормативные документы рекомендуют применять плитный утеплитель из экструдированного полистирола с гомогенной замкнутой структурой ячеек или другой аналогичный материала с нулевой капиллярностью и водопоглощением всего листа не более 0,2 % по объему.

Наиболее полно предъявляемым требованиям отвечают плиты экструдированного пенополистирола: стиродур (Styrodur C) и STYROFOAM марки «Руфмейт» (ROOFMATE). Производит эти плиты химический концерн BASF AG (Германия).

Предлагаемые плиты обладают малой плотностью: 25–45 кг/м<sup>3</sup>; высокими теплотехническими характеристиками:  $\lambda = 0,025\text{--}0,033$  Вт/м·°С, и практически нулевой влагоемкостью. Предельная допустимая температура их использования 75 °С. Выпускаются они размерами 1250 × 600 × 20–200 мм. Наряду с плитами с гладкой кромкой для упрощения укладки и предотвращения появления мостиков холода выпускаются плиты со ступенчатой и «паз-выступ» (табл. 7.1) формой кромок.

Таблица 7.1

### Типы форм кромок плит

Гладкая кромка	
Ступенчатая кромка	
Кромка «паз-выступ»	

Стоимость плит с учетом НДС составляет от 160 до 212 у.е. за 1 м<sup>2</sup>. Наименьшую стоимость имеют плиты с гладкой кромкой.

Теплоизоляция из плит экструдированного пенополистирола в зависимости от толщины утеплителя может быть уложена в один или два слоя. Плиты могут укладываться насухо либо наклеиваться на холодной битумной мастике.

До начала работ по устройству теплоизоляции на захватке необходимо завершить ремонт выравнивающей стяжки и существующего водоизоляционного ковра.

Для обеспечения ровности основания под защитный слой из асфальтобетона до укладки плит утеплителя необходимо произвести нивелирование поверхности отремонтированной кровли на площади не менее одной захватки. Укладку плит начинают с повышенных мест кровли и в первую очередь с наиболее удаленных участков.

*Операции по теплоизоляции покрытия* выполняют в следующей последовательности.

Захватку разбивают на делянки шириной 5 или 7,5 м (кратно длине плиты). С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты, затем приступают к укладке плит маячных рядов. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики укладывают рядовые плиты. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью

контрольной рейки. При укладке плит контролируют плотность прилегания их друг к другу и к смежным ранее уложенным плитам.

Для снижения трудоемкости устройства теплоизоляции из плит экструдированного пенополистирола с гладкой кромкой предлагается применить «ковёр из плит» (рис. 7.22).

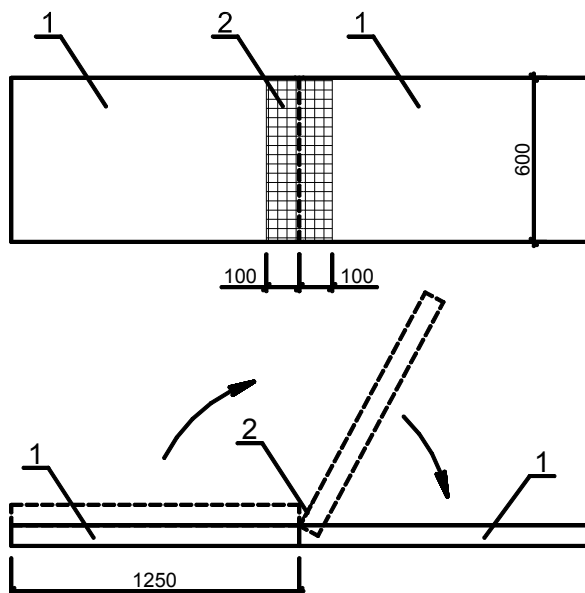


Рис. 7.22. Соединение плит утеплителя в «ковёр»  
1 – плита утеплителя; 2 – стеклоткань

Ковёр из плит представляет собой блок, состоящий из двух плит утеплителя, соединенных между собой с помощью стеклоткани с размерами в плане  $2500 \times 600$  мм.

Такое соединение плит позволяет складывать «ковёр из плит» до размеров в плане  $1250 \times 600$  мм, что облегчает транспортирование, хранение и укладку утеплителя. Ковёр из плит целесообразно изготавливать на специализированных участках.

Устройство теплоизоляции покрытия с помощью ковра из плит выполняется в следующей последовательности.

С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты размером  $1250 \times 600$  мм. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира. По за-

вершении укладки маячных плит приступают к укладке маячных рядов из ковра из плит.

Изолировщики подносят к месту укладки ковер из плит в сложенном виде и укладывают его на существующий водоизоляционный ковер насухо. Поднимают одну плиту и наносят на основание холодную битумную мастику, тщательно промазывают кромки ранее уложенных плит, плиту приклеивают к основанию и прикатывают катком. Аналогично приклеивают вторую плиту ковра. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом, используя ковер из плит, укладывают рядовые плиты. 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».

Применение ковра из плит позволяет снизить затраты труда на  $100 \text{ м}^2$  слоя до 9,4 чел-ч, т. е. более чем на 20 % по сравнению с укладкой плит по обычной технологии.

Технологическая схема устройства теплоизоляции с использованием ковра из плит приведена на рис. 7.23.

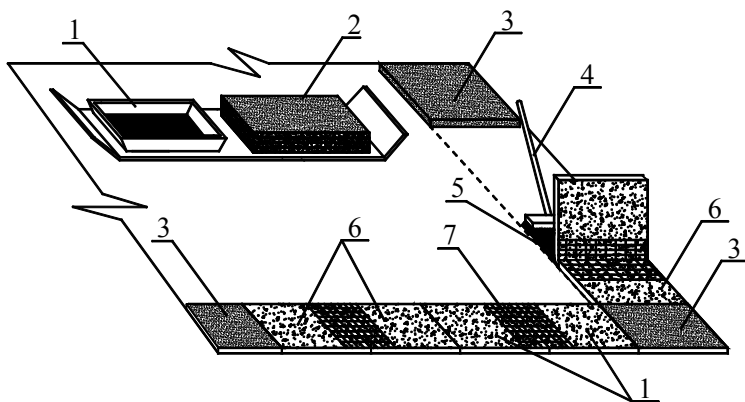


Рис. 7.23. Технологическая схема устройства теплоизоляции с использованием ковра из плит:

- 1 – емкость для мастики; 2 – складирование «ковра из плит»;
- 3 – плита маячного ряда; 4 – гребок с резиновой вставкой для разравнивания мастики; 5 – слой мастики; 6 – маячный ряд из «ковра из плит»; 7 – стеклоткань

**Защитный слой инверсионной кровли** рекомендуется выполнять из холодных асфальтобетонных мелкозернистых смесей типов Гх и Дх (СТБ 1033–96). Эти смеси обладают целым рядом достоинств. Укладывать их в защитный слой кровли разрешается при температуре смеси не ниже 5 °С. Гарантийный срок хранения таких смесей с использованием битумов СГ 70/130 – четыре месяца; с использованием битумов МГ 70/130 и МГО 70/130 – восемь месяцев со дня приготовления. В летний период холодные асфальтобетонные смеси можно хранить на открытых площадках, а в осенне-зимний период – в закрытых складах или под навесом в штабелях высотой до 2 м.

Предлагается следующая технология устройства защитного слоя инверсионной кровли из холодной асфальтобетонной смеси.

Вначале на кровле с помощью нивелира устанавливают деревянные маячные рейки толщиной, соответствующей толщине защитного слоя (20 мм). Маячные рейки устанавливают так, чтобы защитный слой разделить температурно-усадочными швами на участки размерами не более 6 × 6 м (рис. 7.24).

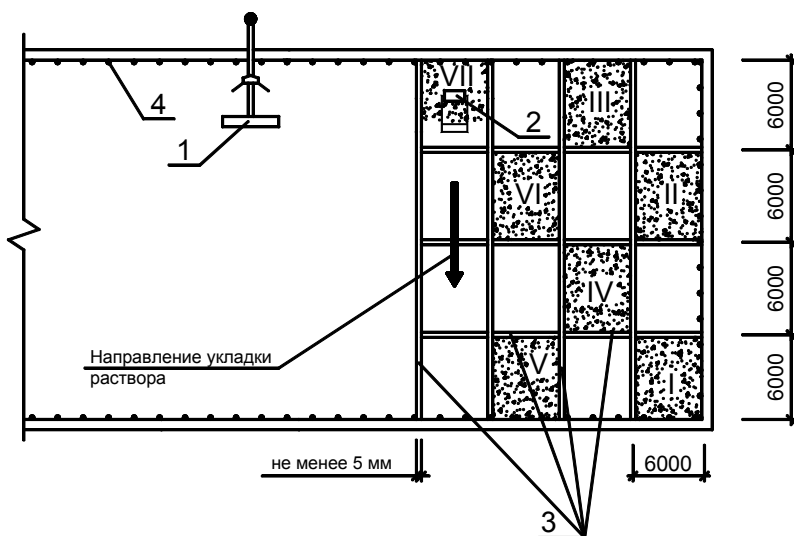


Рис. 7.24. Технологическая схема производства работ по устройству защитного слоя из асфальтобетонной смеси:  
 I–VII – последовательность устройства защитного слоя;  
 1 – крышевой кран; 2 – ручной каток; 3 – маячные рейки;  
 4 – инвентарное ограждение



До начала работ по устройству защитного слоя выполняется очистка основания от строительного мусора и пыли сжатым воздухом, подаваемым по шлангам от компрессорной установки марки К-5. При необходимости основание под защитный слой просушивают с использованием передвижной машины марки СО-107.

Холодную асфальтобетонную смесь доставляют с завода в автомобилях-самосвалах, выгружают в поворотные бады и с помощью крышевого крана подают к месту укладки.

Устройство защитного слоя ведут отдельными полосами шириной до 6 м. Асфальтобетонная смесь укладывается на кровле в последовательности, указанной на рис. 7.24. Работу выполняет звено в составе трех изолировщиков: четвертого разряда – один человек; второго разряда – два человека. После подачи смеси на кровлю и выгрузки ее разравнивают до требуемой толщины слоя по всей площади полосы и уплотняют с помощью ручного катка весом 60–80 кг. Уплотнение бетонной смеси катком выполняется до тех пор, пока поверхность асфальтобетонного покрытия не станет совершенно гладкой, а ее толщина будет доведена до проектной.

Технологическая схема производства работ по устройству стяжки из асфальтобетонной смеси приведена на рис. 7.24.

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель позволяет почти в 1,7 раза снизить трудозатраты по сравнению с полной заменой теплоизоляционного слоя.

### **7.5. Ремонт кровли с утеплителем из минераловатных плит на битумном связующем**

Натурные обследования технического состояния утеплителя из минераловатных плит на битумном связующем в совмещенных кровлях, эксплуатируемых 15 лет и более, показали, что состояние утеплителя резко ухудшилось:

- влажность материала достигла 12–20 % при допустимом значении 2–5 %;
- толщина слоя утеплителя уменьшилась по сравнению с исходной величиной на 35–20 %;
- теплотери через покрытие возросли почти на 60 %.

Общее состояние минераловатных плит после эксплуатации в совмещенных кровлях 15–20 лет несколько лучше, чем легкобе-

тонных. Минераловатные плиты в основном сохранили свои первоначальные размеры в плане.

Основными дефектами в таких кровлях в основном являются протечки, вызванные разрушением или отслоением полотнищ водоизоляционного ковра.

В связи с тем что выравнивающая стяжка выполнена армированной, она практически не имеет разрушений.

Технологии, позволяющие выполнить восстановление теплотехнических характеристик минераловатных плит непосредственно на кровле эксплуатируемых зданий, отсутствуют. В связи с этим качественное выполнение ремонта эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель с теплоизоляционным слоем из минераловатных плит возможно при полной замене утеплителя или устройстве инверсионной кровли.

Как показали расчеты, устройство инверсионной кровли существенно экономичней, чем ремонт с полной заменой утеплителя. Очевидно, устройство инверсионной кровли при ремонте совмещенных кровель с утеплителем из минераловатных плит (в связи небольшими объемами работ на ремонт существующей стяжки) является наиболее приемлемым решением проблемы.

## 7.6. Кровли из штучных материалов

Основанием для скатной кровли из штучных материалов служит деревянная обрешетка, уложенная по несущим элементам стропильной системы.

Перечень основных штучных материалов, применяемых для устройства скатных (чердачных) кровель приведен в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Основные штучные материалы

Наименование материалов	Уклон крыши, градус	Долговечность с окрашиванием через 3 года
Кровельная сталь	16–30	30–40
Асбестоцементные волнистые листы	27–50	20–30

Наименование материалов	Уклон крыши, градус	Долговечность с окрашиванием через 3 года
Асбестоцементные плоские листы	16–27	–
Кровельные плитки «Шинглас»	16–27	12–20
Металлочерепица	16–90	30–50
Черепица глиняная	30–65	60 и более
То же цементно-песчаная	30–65	25–40
То же алюминиевая	16–90	25–40
То же из стеклофибробетона	30–60	30–40
То же бетонная	30–60	30–40
Профнастил алюминиевый	16–65	30–40
Тес	4–90	20–30

### ***7.6.1. Кровли из плоских асбестоцементных листов***

Кровли из плоских асбестоцементных листов устраивают непосредственно по сплошному дощатому настилу или слою пергамина, укрепленного на настиле толевыми гвоздями.

Асбестоцементные плоские листы укладывают на обрешетку (рис. 7.25) по диагонали внахлестку, снизу вверх, а в рядах – справа налево или наоборот. Обрешетка опирается на стропильные ноги 2 и прибивается к ним гвоздями. Для удобства работ по настилу разбивают сетку с шагом в продольном направлении (по уклону крыши) 255 мм, а в поперечном (вдоль свеса) – 235 мм. По краям скобами 5 прикрепляют краевые листы 4, 7, а затем рядовые 6. Листы удерживаются противовеетровыми кнопками 3.

Кровля из асбестоцементных листов удобна в эксплуатации и не требует особого ухода. Ее долговечность – 25 лет и более.

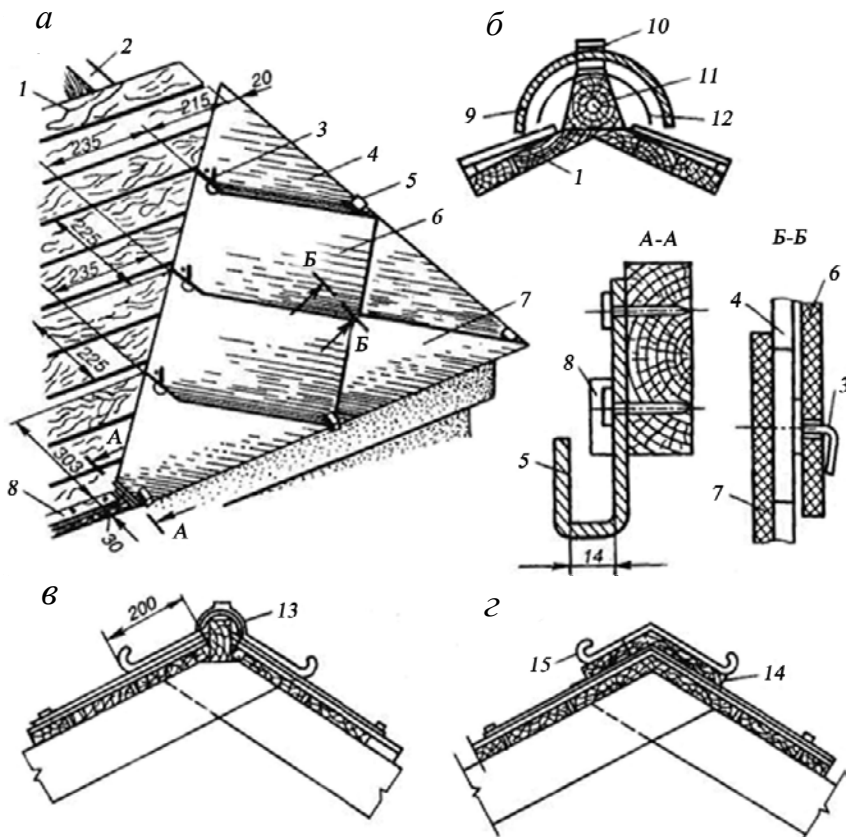


Рис. 7.25. Кровли из асбестоцементных плоских листов:

- а* – начало покрытия кровли; *б* – поперечный разрез конька;  
*в* – покрытие конька коньковыми шаблонами; *г* – покрытие конька коньковыми досками; 1 – обрешетка; 2 – стропильная нога; 3 – противове­тровая кнопка; 4 – половина листа; 5 – противове­тровая скоба; 6, 7 – рядовой и краевой листы; 8 – уравни­тельная деревянная рейка; 9 – желобчатый конек; 10 – скоба; 11 – брус; 12 – рубероидная лента; 13 – коньковый шаблон; 14 – коньковые доски; 15 – крючок для стремянок

### *Последовательность укладки листов в покрытие*

В первом ряду карнизного свеса укладывают краевые листы 7 (рис. 7.25, *а*) и крепят их двумя гвоздями  $2,5 \times 35$  мм. Второй и все последующие четыре ряда начинают с укладки половин листов 4, кото-

рые укрепляют скобами и гвоздями. Все последующие нечетные ряды начинают с укладки целых листов 6, укрепляемых двумя гвоздями. Для того чтобы ветер не отрывал листы, на карнизных и фронтонных свесах устанавливают противветровые скобы 5. Одновременно вдоль нижней кромки прибивают уравнительную деревянную рейку 8.

Начиная с третьего ряда, нижние углы каждого листа крепят противветровыми кнопками 3.

Перед покрытием конька и ребер укрепляют коньковые бруски 11 и рубероидную ленту 12, которую укладывают, чтобы на чердак не задувало снег. Одновременно рекомендуется вдоль конька через 2 м крепить скобы для навески ходовых мостиков, необходимых при покрытии и ремонте кровли. По брускам 11 укладывают желобчатые коньки 9 (рис. 7.25, б) и крепят скобами 10. Ребра покрывают снизу вверх.

Головки гвоздей должны лишь соприкоснуться с плоскостями листов. При излишней досылке головок гвоздей листы трескаются, а при недосылке в ветреную погоду вибрируют.

### *Защитная окраска асбестоцементных листов*

Асбестоцементные кровли окрашивают цвето- и атмосферостойкими масляными красками для кровель (железный сурик, зеленая краска на основе оксида хрома) и цветными эмалями (ПФ-115, ПФ-133 и ПФ-1123). Кровлю окрашивают за два раза по загрунтованной поверхности. Для грунтовки используют олифу натуральную или оксоль. Перед нанесением на поверхность краску и олифу подогревают до 50 °С.

### **7.6.2. Кровли из асбестоцементных волнистых листов обыкновенного профиля**

Асбестоцементные кровли из волнистых листов обыкновенного профиля ВО (ГОСТ 378–76) устраивают на кровлях с уклоном более 27 % по деревянной обрешетке на жилых, гражданских производственных зданиях, а также на объектах сельскохозяйственного назначения.

Обрешетку устраивают из брусков сечением 60 × 60 мм, установленных с шагом 530 мм.

## 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 расстоянии 80–100 мм от нижней кромки. Лист через отверстие прибивают к карнизному свесу шиферным гвоздем с прокладкой из резины, толя, рубероида, не добивая гвоздь до отказа на 2–3 мм. Далее кровельщик кладет на место второй лист продольного ряда (от первого ряда к концу), точно прилаживает лист с отрезанным ножницами (рис. 7.26, а), 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.

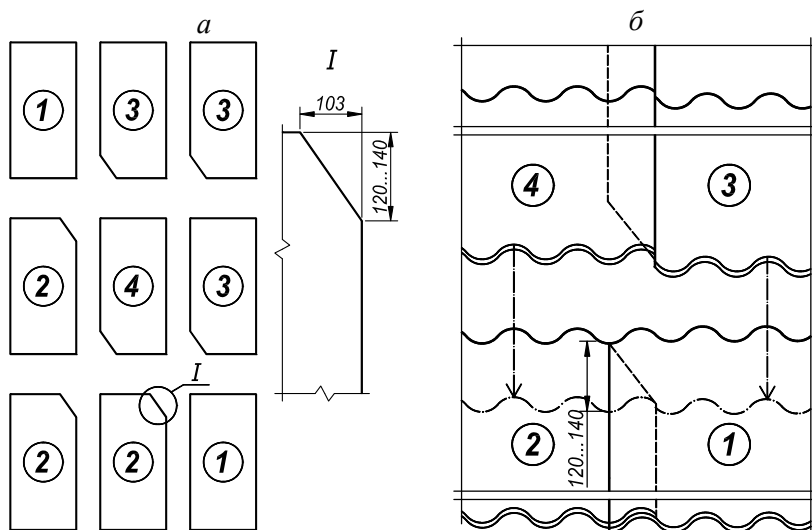


Рис. 7.26. Подготовка листов ВО к укладке:

- a* – последовательность обрезки листов при укладке справа налево;
- б* – соединение четырех листов продольно-поперечной нахлесткой;
- 1* – угловой лист; 2 – сливной и фронтоновый листы; 3 – фронтоновый и коньковый листы; 4 – рядовой лист

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.

Покрывать крышу с нахлесткой волнистых листов можно двумя способами:

1) со смещением продольных кромок листов на одну волну по отношению к таким же кромкам листов ранее уложенного ряда;

2) 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 (см. рис. 7.26), тогда линия стыковки листов на скате по продольным кромкам будет прямой.

Крепят листы на обрешетке гвоздями, шурупами (рис. 7.27, б) и частично противоветровыми скобами (рис. 7.27, в).

Обрешетку крыши выполняют с таким расчетом, чтобы на нее можно было уложить целое число листов как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис. 7.28). 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.

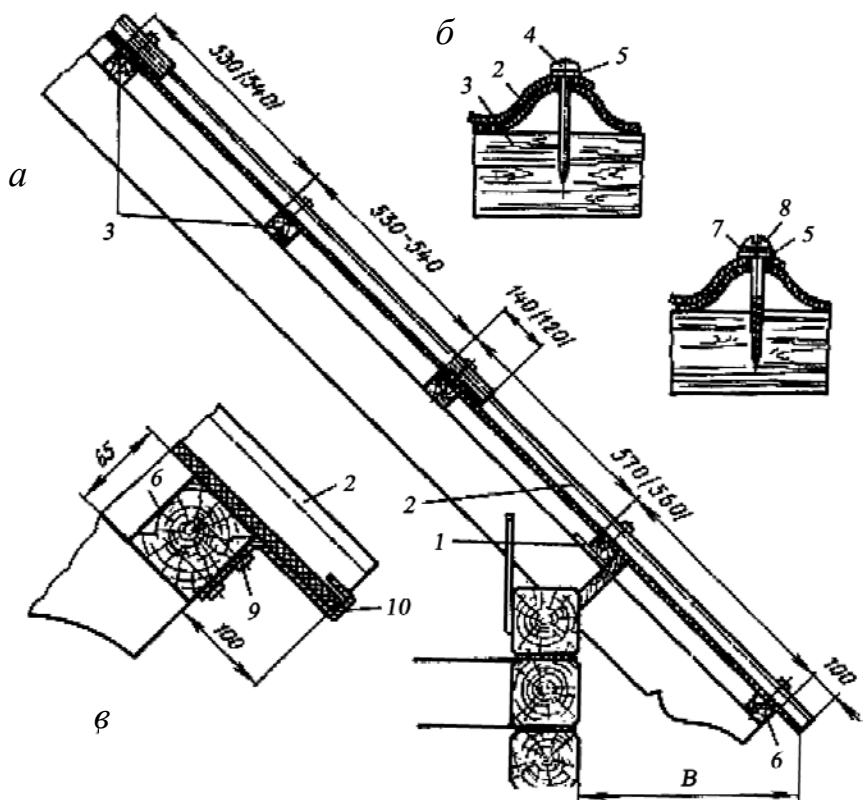


Рис. 7.27. Укладка и крепление листов ВО:  
*a* – продольный разрез ската; *б* – крепление листов;  
*в* – дополнительное крепление листов на карнизе;  
*1* – уравнивательная планка; *2* – лист ВО; *3* – обрешеточный брусок;  
*4* – гвоздь; *5* – резиновая шайба; *6* – карнизный брусок; *7* – шайба;  
*8* – шуруп; *9* – гвоздь; *10* – противветровая скоба (цифры в скобках относятся  
к укладке обрешетки при уклоне ската менее 58 %); *B* – вылет свеса



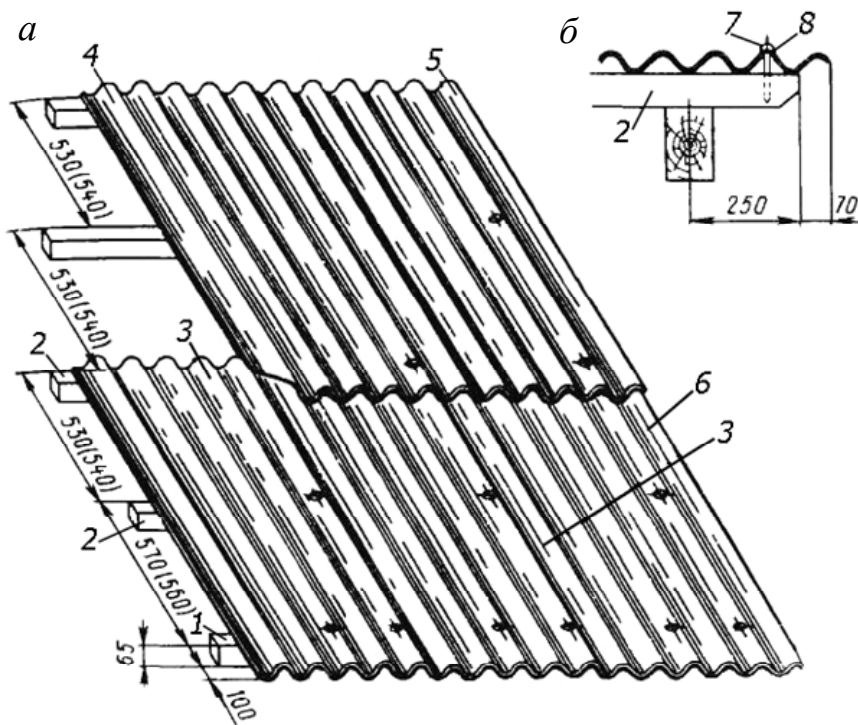


Рис. 7.28. Покрытие ската листами ВО:

- a* – начальная стадия укладки листов ВО с совмещением продольных кромок;  
*б* – поперечный разрез фронтового свеса;  
 1, 2 – карнизный и обрешеточный бруски, листы; 3 – сливной; 4 – рядовой;  
 5 – фронтовый; 6 – угловой; 7 – гвоздь; 8 – резиновая шайба (цифры в скобках относятся к укладке обрешетки при уклоне ската менее 58 %)

Качество покрытия и быстрота его устройства во многом зависят от организации кровельных работ (рис. 7.29).

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.

На крышу материалы с помощью различных подъемников доставляют в контейнерах, поддонах (рис. 7.30, *a*) или на инвентарных сборно-разборных площадках (рис. 7.30, *б*).

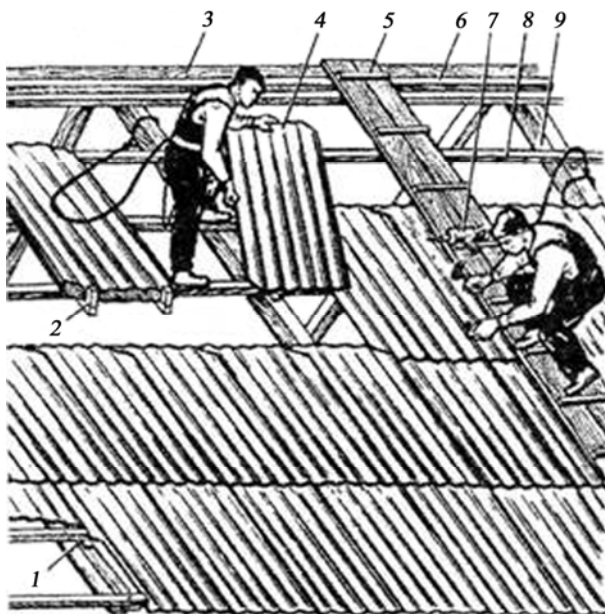


Рис. 7.29. Рабочее место звена укладчиков кровли:

1 – уравнивательная планка; 2 – возок с запасом волнистых листов;  
 3 – коньковый брус; 4 – укладываемый волнистый лист; 5 – ходовой мостик;  
 6 – приконьковый брус обрешетки; 7 – электрическая сверлильная машина;  
 8 – брус обрешетки; 9 – стропильная нога

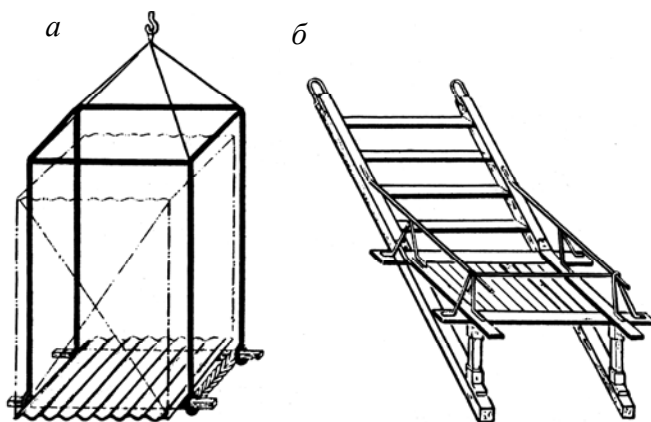


Рис. 7.30. Поддон (а) и инвентарная сборно-разборная площадка (б)  
 для подачи и приема волнистых листов

Контроль качества устройства скатной кровли из асбестоцементных листов осуществляется согласно ТКП 45-5.08-277–2013.

Технологические процессы согласно ТКП 45-1.01-159–2009 (02250) должны подвергаться следующим видам контроля при производстве и приемке работ.

1. *Входной контроль* материалов и изделий выполняет мастер (прораб) при приемке материалов и изделий к производству. Контроль включает проверку наличия сертификатов и паспортов на доставленные материалы и изделия.

2. *Операционный контроль качества* обеспечивает своевременное выявление и устранение дефектов. Выполняется в ходе работ по устройству скатной кровли.

При операционном контроле качества мастер контролирует:

- качество материала и конструкцию основания;
- шаг брусков обрешетки (шаг прогонов), опоры брусков обрешетки и досок настила;
- уклон кровли;
- качество применяемого материала;
- нахлестку листов;
- качество крепления, количество и вид крепежных элементов, их соответствие проекту;
- дополнительное крепление противовеетровыми скобами;
- карнизный свес;
- устройство примыканий к выступающим над крышей конструкциям и боковым свесам;
- высоту примыканий, правильность установки фартуков.

Результаты операционного контроля должны фиксироваться в журнале работ и актах на скрытые работы.

3. *Приемочный контроль выполнения работ* осуществляется в соответствии с СНБ 1.03.2004 в присутствии всех ответственных за качество лиц и представителя заказчика с подписанием акта об окончательной приёмке.

К акту об окончательной приёмке должны предъявляться следующие документы:

- проектная документация;
- документы, удостоверяющие качество материалов;
- журнал производства работ с указанием температурных и атмосферных условий, при которых выполнялись работы;

акты на приёмку скрытых работ;  
журнал авторского надзора.

После ввода скатной кровли в эксплуатацию подрядчик обязан выдать заказчику документ, подтверждающий его гарантийные обязательства.

### **7.7. Кровли 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. 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.

Листы металлочерепицы должны плотно прилегать друг к другу внахлест. Применяется сталь толщиной 0,5 мм. После прокатки стальной лист подвергается с обеих сторон горячей оцинковке.

Форма крыши (односкатная, двухскатная, вальмовая и др.) влияет на требуемые размеры длины заявленных профильных листов. Важное значение при обмерах ската имеет основной размер – расстояние от карниза до конька. 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.

#### ***Технология устройства кровли из металлочерепицы***

Обрешетку под листы металлочерепицы выполняют из досок сечением 32 × 100 мм с расстоянием между ребрами 350 мм, т. е. равными размерами 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. 7.31).

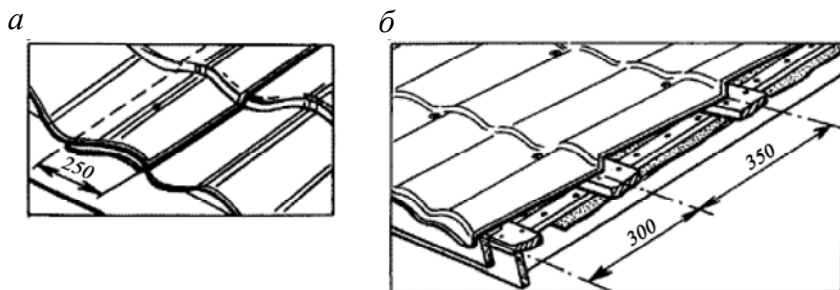


Рис. 7.31. Разметка укладки листов металлочерепицы:  
а – места нахлестов; б – установка самонарезающих винтов

Монтаж листов металлочерепицы начинают с торцевых участков. Сначала у края карниза следует закрепить направляющую доску. От нее пойдет направляющая линия. Целесообразно вначале три-четыре листа закрепить одним шурупом на коньке, выровнять по карнизу, затем закрепить окончательно: сначала у конька прикрепить первый лист, затем – второй.

Конек закрывают специальными коньковыми элементами с уплотнением. Они имеют полуцилиндрическую форму и хорошо укладываются на верхние концы профильных листов металлочерепицы (рис. 7.32). Торцевые элементы закрывают кровлю от попадания дождя и ветра.

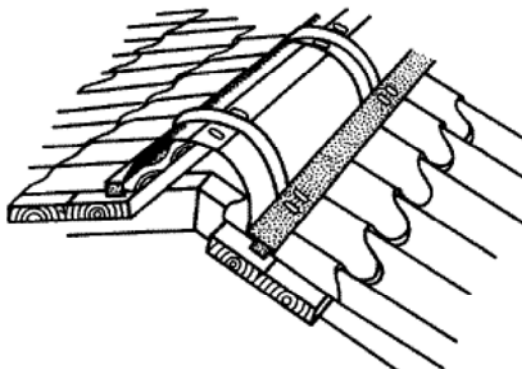


Рис. 7.32. Схема расположения конькового элемента

Для исключения образования конденсата на холодной внутренней поверхности металлочерепицы следует создать условия для вентиляции под кровлей от карниза до конька, а под обрешеткой размещают гидроизоляционный рулонный материал (рис. 7.33).

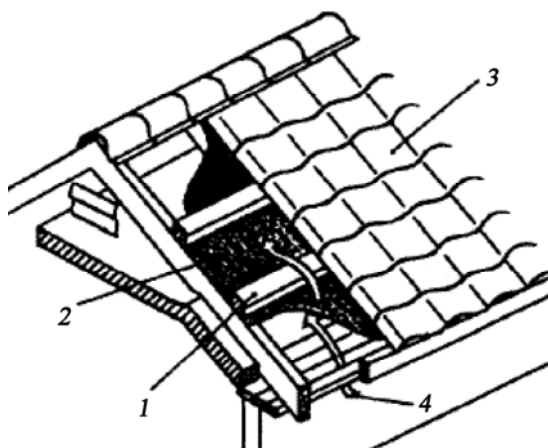


Рис. 7.33. Конструкция крыши с кровлей из металлочерепицы:  
1 – обрешетка; 2 – гидроизоляционный рулонный материал;  
3 – металлочерепица; 4 – направление движения воздуха

Ендову кровли из металлочерепицы выполняют с помощью специального разжелобочного элемента.

На обшивку, находящуюся внизу, монтируют промежуточную конструкцию. На эту конструкцию болтами прикрепляют 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, или с применением специальных уплотнительных лент, прибиваемых к профилю небольшими гвоздями.

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 полукруглый, торцевой элемент конька, торцевые элементы карнизов наружных и внутренних углов, конструкции листов для выхода на крышу и др. (рис. 7.34).

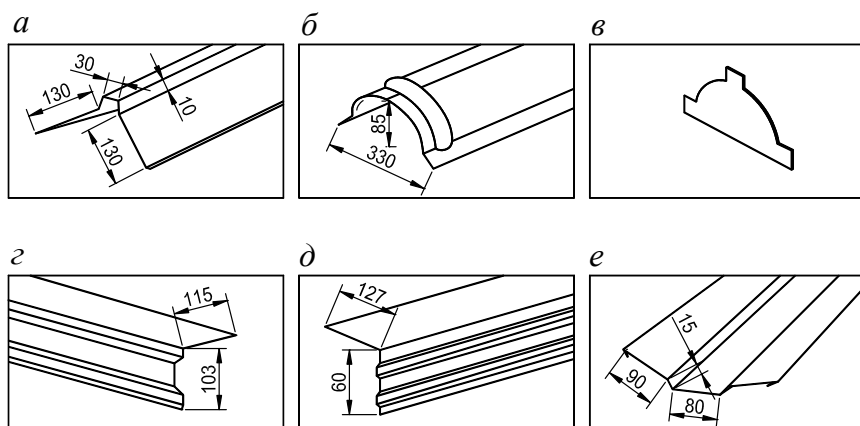


Рис. 7.34. Основные конструктивные доборные элементы для кровли из металлочерепицы:

- а* – коньковый элемент; *б* – коньковый элемент с полукруглым профилем;
- в* – торцевой элемент конька; *г* – торцевой элемент к рядовым листам;
- д* – карнизный элемент; *е* – элемент ендовы

Контроль качества устройства кровли из металлочерепицы осуществляется согласно ТКП 45-5.08-277–2013.

Технологические процессы согласно ТКП 45-1.01-159–2009 (02250) должны подвергаться следующим видам контроля при производстве и приемке работ.

1. *Входной контроль* материалов и изделий – выполняет мастер (прораб) при приемке материалов и изделий к производству. Контроль включает проверку наличия: сертификатов, паспортов на доставленные материалы и изделия.

2. *Операционный контроль качества* – обеспечивает своевременное выявление и устранение дефектов, выполняется в ходе работ по устройству кровли из металлочерепицы.

При операционном контроле качества мастер контролирует:

- качество материала и конструкции основания, вид настила, подстилающий слой;
- шаг брусков обрешетки (шаг прогонов), опоры брусков обрешетки и досок настила;
- уклон кровли;
- порядок укладки элементов, крепление их к основанию, нахлестка между ними;
- устройство конька;
- качество крепления, количество и вид крепежных элементов, их соответствие проекту;
- дополнительное крепление противовеетровыми скобами;
- карнизный свес;
- устройство примыканий к выступающим над крышей конструкциям и боковым свесам.

3. *Приемочный контроль выполнения работ* осуществляется в соответствии с СНБ 1.03.2004 в присутствии всех ответственных за качество лиц и представителя заказчика с подписанием акта об окончательной приёмке.

К акту об окончательной приёмке должны предъявляться следующие документы:

- проектная документация;
- документы, удостоверяющие качество материалов;
- журнал производства работ с указанием атмосферных условий, при которых выполнялись работы;
- акты на приёмку скрытых работ;
- журнал авторского надзора.

## 7.8. Кровли из битумно-полимерных плиток

**Битумно-полимерная плитка** – это битумный или битумно-полимерный материал со стекловолокнутой основой. Материал применяется для устройства кровли коттеджей, вилл, дач и жилых домов, торговых павильонов и других объектов при уклоне крыш до 85°.

Основанием под кровлю из битумно-полимерных плиток типа «Шинглас» должна быть деревянная обрешетка. Она выполняется сплошной двухслойной из досок, лучше использовать шпунтован-



ные и чистообрезные доски шириной до 100 мм. По карнизу устанавливаются доски шириной 140–150 мм с защитной уравнивающей рейкой по карнизному краю. Для крепления досок используются горячеоцинкованные гвозди длиной 55–57 мм. Доски закрепляют с помощью гвоздей к каждой опоре. Толщина досок должна быть 22 мм при расстоянии между опорами 600 мм. При расстоянии между опорами 900 мм толщина досок должна быть 23 мм.

Нижний слой кровли из плиток типа «Шинглас» выполняется из любого рулонного кровельного материала, который раскатывают в направлении поперек ската с закреплением верхней по скату кромки рулона гвоздями к обрешетке и наклейкой мастики нижней кромки рулона на смежное полотнище с нахлесткой 100 мм.

До укладки кровельных плиток вдоль фронтовых и карнизных свесов должны быть установлены фартуки из оцинкованной кровельной стали, которые закрепляют гвоздями ниже капельников.

Устройство верхнего кровельного слоя из плиток должно начинаться с укладки впритык друг к другу плиток нижнего ряда, каждую из которых крепят к обрешетке гвоздями с подкладкой шайб диаметром 20 мм из жести, а кромочные отвороты кровельной плитки приклеивают мастикой. Каждый последующий ряд плиток необходимо укладывать с нахлесткой на половину ширины плитки.

Наряду с битумно-полимерной плиткой «Шинглас» все большее применение находит плитка «Ондулин Шинглас», состоящая из основы – стекловолокно пропитанное битумом. Размер полосы «Ондулин Шинглас»  $91,5 \times 3,05$  см.

Контроль качества устройства кровли из битумно-полимерных плиток осуществляется согласно ТКП 45-5.08-277–2013.

Технологические процессы согласно ТКП 45-1.01-159–2009 (02250) должны подвергаться следующим видам контроля при производстве и приемке работ.

1. *Входной контроль* материалов и изделий – выполняется мастером (прорабом) при приемке материалов и изделий к производству и включает проверку наличия сертификатов и паспортов на доставленные материалы и изделия.

2. *Операционный контроль качества* обеспечивает своевременное выявление и устранение дефектов и выполняется в ходе работ по устройству кровли из битумно-полимерных плиток.

При выполнении работ контролируются:

качество материала и конструкция основания, вид настила, подстилающий слой;

шаг брусков обрешетки (шаг прогонов), опоры брусков обрешетки и досок настила;

уклон кровли;

порядок укладки плитки, крепление их к основанию;

устройству примыканий.

3. *Приемочный контроль выполнения работ* осуществляется в соответствии с СНБ 1.03.2004.

К акту об окончательной приёмке должны предъявляться следующие документы:

проектная документация;

документы, удостоверяющие качество материалов;

журнал производства работ с указанием температурных и атмосферных условий, при которых выполнялись работы;

акты на приёмку скрытых работ;

журнал авторского надзора.

Опасная зона должна быть ограждена; ширина ее – не менее 2 м.

*При работе с горячими битумными мастиками* необходимо соблюдать следующие правила:

температура мастики должна быть не выше 180 °С;

битумную мастику следует подавать к рабочему месту, как правило, по битумопроводу или в закрытых термосах;

при выполнении работ одновременно несколькими звеньями расстояние между ними должно быть не менее 10 м;

при нанесении мастики рабочий должен находиться с наветренной стороны, чтобы избежать попадания мастики или грунтовок.

## Глава 8. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ

### 8.1. Устройство теплоизоляционных покрытий наружных стен эксплуатируемых зданий

Известно почти 400 видов конструктивных решений теплозащиты наружных стен эксплуатируемых зданий.

Конструктивное решение всех используемых систем утепления наружных стен построено по одной модели:

слой теплоизоляционного материала, присоединенный к поверхности утепляемой стены;

защитный слой для предохранения теплоизоляционного материала от увлажнения и возможного механического воздействия (защитный слой из цементно-песчанного раствора, штукатурка по слою теплоизоляции; облицовка из защитно-декоративных панелей).

Все конструктивно-технологические решения дополнительной теплозащиты стен классифицируются следующим образом:

- теплоизоляционные покрытия;
- способ штукатурки по слою теплоизоляции;
- вентилируемый фасад;
- термический экран.

Одним из наиболее простых способов устройства теплоизоляционного покрытия является оштукатуривание стен «теплыми» штукатурными растворами, в состав которых входит керамзитовый или аглопоритовый песок.

Этот способ утепления наиболее эффективен при оштукатуривании наружных стен с наружной и внутренней сторон.

В странах Западной Европы широкое применение получила *теплозащита из легких бетонов*.

Способ теплозащиты из легких бетонов имеет два варианта устройства:

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

Для устройства дополнительной теплозащиты стен зданий могут быть использованы напыляемые композиции («Seigneurie», «Zolpan», «Arge Strabag Polytrade», «Senergy»).

*Теплоизоляционное покрытие способом оштукатуривания стен «теплыми» штукатурными растворами* выполняется аналогично технологии устройства монолитной штукатурки.

*Послойное нанесение легких бетонов* на утепляемую стену осуществляется по различным сеткам или натянутой проволоке, закрепляемой на стене. По поверхности бетона устраивается защитный слой из цементно-песчаного раствора. Подобным способом на наружную поверхность стен зданий наносят теплоизоляционную смесь толщиной 60 мм, плотностью 200 кг/м<sup>3</sup>.

Работы по утеплению стен таким способом начинают с очистки фасада от старых покрытий. Для обеспечения ровности наружных откосов оконных проемов вокруг окон и лоджий устанавливают обшивку из оцинкованного металла. В стенах сверлят отверстия для крепления арматурной сетки. Сетка крепится к стене специальными дюбелями с «дистанционными» кольцами (на 1 м приходится девять дюбелей), которые обеспечивают постоянное расстояние сетки от плоскости стены (35 мм). На подготовленную таким образом основу механизированным способом наносят теплоизоляционную смесь. После ее высыхания наносят поверхностный отделочный слой толщиной 12 мм. Необходимо отметить, что этот способ требует наличия в общей сложности 16 различного вида материалов и изделий.

*Подача легкого бетона между утепляемой стеной и опалубкой* осуществляется бетононасосами с последующим уплотнением бетонной смеси. Опалубка применяется двух видов: съёмная и несъёмная. Несъёмная опалубка выполняется из защитно-декоративных панелей. При утеплении стен легким бетоном с использованием съёмной опалубки после распалубливания 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.

На сегодня основной объем дополнительной теплозащиты наружных стен эксплуатируемых зданий выполняется способом штукатурки по слою теплоизоляции. На практике применяются два основных конструктивных решения способа штукатурки по слою теплоизоляции: легкая (рис. 8.1) и тяжелая штукатурная система (рис. 8.2).

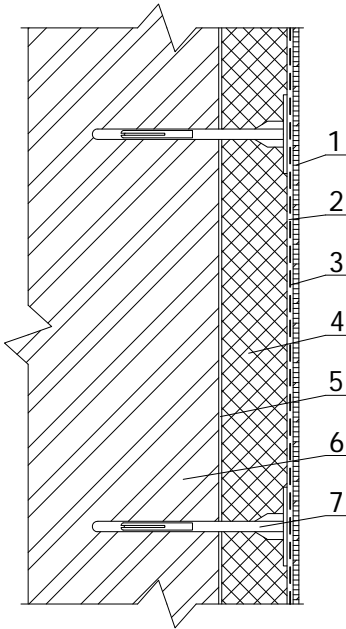


Рис. 8.1. Конструктивное решение легкой штукатурной системы:

- 1 – декоративно-защитный слой;  
 2 – армирующий слой; 3 – армирующий материал;  
 4 – теплоизоляционный слой;  
 5 – клеевой слой; 6 – утепляемая стена;  
 7 – дюбель-анкер для крепления плит утепления

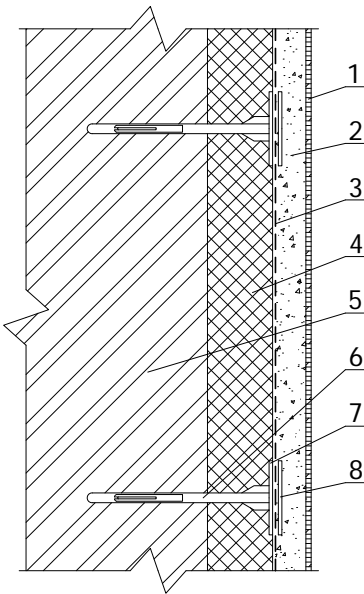


Рис. 8.2. Конструктивное решение тяжелой штукатурной системы:

- 1 – декоративно-защитный слой;  
 2 – армирующий 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

К легкой штукатурной системе относятся следующие отечественные системы утепления наружных стен эксплуатируемых зданий: «Термошуба», «Радекс», «Пралеска-термо», «Фасад-Мастер».

Система утепления «Термошуба» является одной из широко применяемых в Республике Беларусь легких штукатурных систем. Она представляет собой традиционный пирог, состоящий из полимерцементного клея, утеплителя (минераловатные или пенополистирольные плиты), дюбелей-анкеров, выравнивающего слоя, армированного стеклосеткой, штукатурного состава и краски. Отсутствие в системе грунтовки существенно снижает важнейший показатель теплоизолированной стены, как паропроницаемость.

Широко известна система утепления «Радекс» – легкая штукатурная система, среди особенностей и преимуществ которой использование современных, высокотехнологичных и экологически чистых материалов, полностью согласованных по паропроницаемости, гидрофобности, прочности, адгезии. Система «Радекс» включает в себя ряд конструктивных вариантов исполнения, позволяющих качественно утеплять фасады, цоколи и ниже нулевой отметки зданий для различных типов домов: кирпичных, крупнопанельных, монолитных.

В системе «Радекс» предусмотрено применение различных видов эффективных утеплителей: минераловатных плит, пенополистирола, а также совмещение утеплителей (смешанный способ), что дает возможность утеплять фасады существующих зданий вне зависимости от их этажности и степени огнестойкости.

Система утепления «Пралеска-термо» позволяет эффективно защищать стены жилых домов из газосиликатных блоков, кирпича, сборного и монолитного железобетона и основана на применении жестких минераловатных плит ORCIL-TF, клеящих составов и защитно-декоративных композиций «Пралеска». Система состоит из грунтовочного, клеящего, теплоизоляционного, защитно-армируемого, выравнивающего слоя, грунтовочного, защитно-декоративного и окрасочного слоев.

Система утепления «Фасад-Мастер» монтируется по наружным поверхностям стен и представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из плит утеплителя, приклеенных к стене составом СМ-Мастер № 50 и дополнительно прикрепленных к ней крепежными дюбелями.

Работы по устройству системы «Фасад-Мастер» можно выполнять при отрицательной температуре наружного воздуха. В системе применяются специальные фасадные минераловатные плиты FAS 4, выдерживающие нагрузки на отрыв слоев не менее 0,015 МПа. Клеевые, защитные и защитно-отделочные составы обладают высокой адгезией (более 1 МПа), морозостойкостью (более 200 циклов), атмосферостойкостью (более 250 циклов).

Системы «VauColog», «Ceresit», «Капатект» специально разработаны для белорусских условий.

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.

Основной технологический процесс включает в себя следующие операции:

- приклеивание плитного утеплителя с установкой;

- дополнительное крепление плитного утеплителя анкерными устройствами;

- устройство армированного слоя;

- устройство декоративно-защитного слоя.

Плиты утеплителя приклеивают к подготовленному основанию с перевязкой швов не менее 100 мм по маякам, располагая плиты длинной стороной по горизонтали. Для проверки правильности примыкания приклеиваемой плиты к соседним плитам перед приклеиванием следует производить примерку плиты насухо. Ровность поверхности приклеенных плит следует проверять правилом длиной 2 м. Незначительные несовпадения стыков выравниваются специальными шлифовальными терками длиной 500 мм.

**Дополнительное крепление плит к подоснове при помощи анкерных устройств** выполняют не ранее чем через 48 ч после завершения работ по наклейке плит. Для установки анкерного устройства следует прорезать утеплитель и высверлить отверстие

в подоснове диаметром, равным наружному диаметру втулки дюбеля-анкера, глубиной минимум на 15 мм больше требуемой глубины заделки. При необходимости следует армировать отверстия закачкой армирующей массы с низким коэффициентом расширения при помощи шприц-насосов.

Стеклосетку следует укладывать внутренней стороной рулона к стене, чтобы не допустить загибов ткани на краях полотнища с перехлестом не менее 100 мм во всех направлениях. 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 временно прикрепляют к плитам утеплителя начало полотнища стеклосетки, смотанной в рулон;

на поверхность плит на участке высотой около 1 м зубчатым шпателем из нержавеющей стали наносится слой клея.

Постепенно раскручивая рулон стеклосетки, работы следует продолжать в направлении «сверху вниз» на каждом ярусе лесов. Площадь поверхности приклеенных и незащищенных армированных слоев плит должна быть не более 100 м<sup>2</sup>.

**Нанесение декоративно-защитного слоя** рекомендуется выполнять механизированным способом не ранее чем через 24 ч после устройства армированного слоя. На сплошных участках необходимо избежать стыков, образующихся при перерывах в работе, поэтому в пределах захватки работы следует вести непрерывно.

Системы тяжелого типа – это системы с подвижными стальными элементами крепления теплоизоляции и штукатурным слоем 20–30 мм (см. рис. 8.2). При необходимости толщина штукатурного слоя может достигать и 50 мм.

Особенность тяжелых систем утепления – раздельная работа стены и теплоизоляционного слоя, что позволяет компенсировать деформации при изменении температурно-влажностного режима в защитно-декоративном покрытии.

Достоинство – отсутствие клеевого слоя и, как следствие, – менее жесткие требования к ровности основания и его качеству. Используется утеплитель из минеральной ваты или стекловолоконный плитный утеплитель, который крепится к стене с помощью



анкеров, на анкер закрепляется сварная сетка из нержавеющей стали, по которой наносится слой штукатурки.

Механическое крепление теплоизоляционных плит анкерами выполняется либо до, либо после укладки арматурной сетки. Армированный штукатурный слой конструктивно состоит из двух: нижнего (армированного) и верхнего (выравнивающего). Армирующая сетка с ячейками 3,5–4,5 мм должна обладать прочностью на разрыв не менее 1000 Н и быть устойчивой против сдвига переплетенных нитей.

Разнообразие штукатурок и красок на различных основах обеспечивает различные фактуры фасадов, варьирование цветовых и декоративных решений в архитектуре зданий.

В системе «Серпорок» слои наносятся друг на друга с помощью мокрых процессов, а несущие функции выполняют арматурная сетка и анкера, при этом толщина слоев после утеплителя может достигать 50 мм. Плита не приклеивается к поверхности изолируемой стены, а крепится при помощи специальных дюбелей, являющихся одновременно связями.

В тяжелых штукатурных системах для снижения температурных напряжений в слое штукатурки устраивается дополнительный промежуточный между штукатуркой и стальной арматурой эластичный слой.

Устройство системы «Серпорок» избавляет от необходимости выравнивать фасадную поверхность и является неоспоримым преимуществом в сравнении с легкими штукатурными системами утепления.

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 состоит из следующих операций:

- 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 (см. рис. 8.2).

После завершения этой работы приступают к креплению металлической сетки армированного слоя.

**Штукатурный состав** армированного слоя следует наносить, как правило, механизированным способом, чтобы состав проник под закреплённые металлические сетки. Металлические сетки должны быть полностью покрыты штукатурным составом. Нанесение декоративно-защитного слоя производится за один или два раза после увлажнения поверхности предыдущего слоя.

## 8.2. «Вентилируемый фасад»

Способ утепления стен «вентилируемый фасад» предусматривает применение металлических конструктивных элементов – опорных столиков-кронштейнов, закрепляемых в стене утепляемого здания, на которые с помощью горизонтальных и вертикальных профилей навешиваются фасадные плиты или листовые декоративные изделия (рис. 8.3).

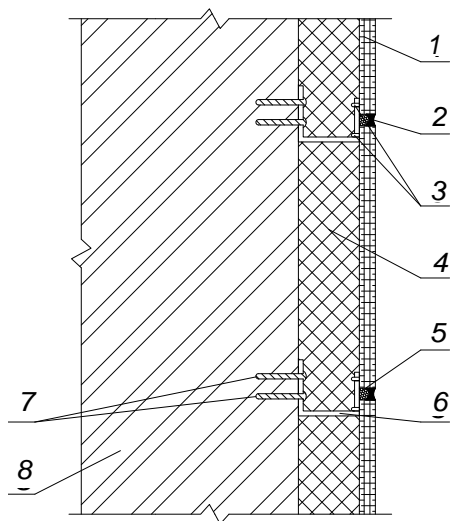


Рис. 8.3. Конструктивное решение «облицовка из защитно-декоративных панелей»:  
1 – облицовочная панель;  
2 – герметизирующая мастика;  
3 – петли облицовочной панели;  
4 – теплоизоляционный слой из плитного утеплителя; 5 – гнут из поризола; 6 – опорный столик-кронштейн; 7 – анкеры;  
8 – утепляемая стена

Металлические опорные столики-кронштейны изготавливаются на специализированных предприятиях («ДИАТ», «АЛКОН ТРЕЙД (U - kon)», «МОСМЕК» завод металлоконструкций (КТС), «ТЕХНОКОМ», «ГРАНИТОГРЕС», «SLAVONIA (SPIDI)», «EUROFOX», «WAFGNER-SYSTEM»).

Системы предусматривают люфт отклонения стен от вертикали 2–4 см. Отклонения стен от вертикали в эксплуатируемых в Беларуси кирпичных зданиях составляют 10 см и более.

Крепление плитных теплоизоляционных материалов к стене в системе утепления «вентилируемый фасад» осуществляется с помощью дюбелей или клеящего состава, имеющего высокую паропроницаемость.

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 элементов (кронштейнов);

- устранение неровностей поверхности стены в местах установки опорных элементов (кронштейнов);

- установка опорных элементов (кронштейнов) в проектное положение;

- закрепление плит теплоизоляции к поверхности стены;

- крепление облицовки к опорным элементам (кронштейнам).

Разметка мест установки опорных элементов (кронштейнов) выполняется с использованием оптических лазерных приборов.

Опорные элементы (кронштейны) устанавливаются в проектное положение и крепятся к стене винтовыми анкерами с полной затяжкой. Диаметр отверстий соответствует типу применяемого анкера, глубина отверстий должна превышать длину заделки анкера на величину от 10 до 15 мм.

Плиты крепятся к стеновому ограждению анкерами или опорным элементам. После установки теплоизоляционных плит или одновременно с их установкой приступают к монтажу облицовки.

### **8.3. Система утепления «Термический экран»**

Способ утепления стен «Термический экран» предусматривает применение стеклопластиковых анкеров-кронштейнов, закрепляемых в стене утепляемого здания, на которые с использованием установочных шайб-ограничителей с зазором навешивается плитный утеплитель (рис. 8.4).

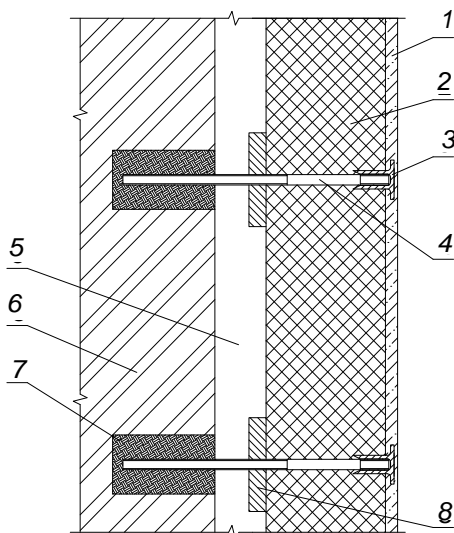


Рис. 8.4. Конструкция системы утепления стен «Термический экран»:

- 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

Соединение отдельных плит утеплителя между собой осуществляется с помощью штифтов диаметром 6–8 мм из древесины. При проектировании стыка отдельных минераловатных плит в системе «Термический экран» *рекомендуется*:

использовать штифты из древесины, прошедшей обработку антисептиками и антипиренами;

соотношение между длиной деревянного штифта  $l$  и его диаметром  $d$  принимать

$$l/d = 4,0;$$

шаг расстановки штифтов не должен превышать  $10d$ ;

не допускается смещение штифтов от оси симметрии поперечного сечения плитного утеплителя.

По завершении работ по навеске плитного утеплителя на анкеры по нему наносится декоративно-защитный слой, аналогичный системе «Термошуба».

Наличие воздушной прослойки между плитным утеплителем и поверхностью утепляемой стены позволяет исключить из технологии производства работ трудоемкий процесс подготовки поверхности подосновы.

Технологический процесс по устройству системы утепления «Термический экран» включает в себя следующие *основные работы*: закрепление стеклопластиковых анкеров-кронштейнов в утепляемых стенах;

навеска плитного утеплителя;

устройство армирующего слоя по минераловатным плитам;

устройство декоративно-защитного слоя;

*вспомогательные работы*:

установка строительных лесов;

разметка мест установки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов в стенах;

высверливание отверстий в стенах для установки стеклопластиковых анкеров-кронштейнов;

подача материалов на рабочее место.

**Разметку мест установки анкеров-кронштейнов** рекомендуется выполнять с использованием специально разработанного шаблона (рис. 8.5).

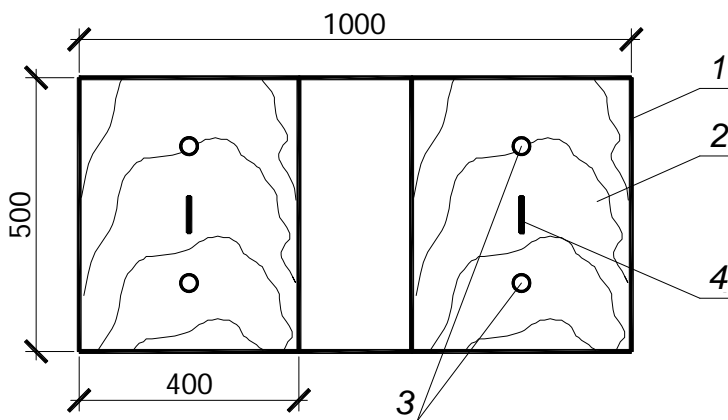


Рис. 8.5. Шаблон для разметки мест установки анкеров-кронштейнов:

1 – алюминиевый уголок; 2 – фанера водостойкая; 3 – отверстия; 4 – ручки

Шаблон в плане имеет размеры, аналогичные размерам применяемого для «термического экрана» плитного утеплителя.

Для установки анкера-кронштейна *в стене высверливают шпур*. Диаметр отверстия должен быть на 4–6 мм больше наружного диаметра анкера-кронштейна, глубина шпура – не менее 15 см.

Анкеры-кронштейны устанавливают в предварительно заполненные при помощи шприц-насоса цементно-песчаным раствором шпуры.

**Монтаж минераловатных плит.** К монтажу 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.

#### **8.4. Устройство дополнительной теплоизоляции эксплуатируемых совмещенных покрытий зданий**

Натурные исследования технического состояния совмещенных утепленных кровель показали, что фактическое сопротивление теплопередачи эксплуатируемых совмещенных покрытий жилых и общественных зданий существенно ниже нормативных значений. Снижение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций эксплуатируемых совмещенных покрытий обусловлено увеличением весовой влажности материала утеплителя, изменением его гранулометрического состава и, как следствие этого, увеличением плотности материала.

На сегодня отсутствуют эффективные технологии, позволяющие выполнить непосредственно на кровле восстановление теплотехнических характеристик сыпучего (гравий керамзитовый) или легкобетонного (плиты и блоки газосиликатные) утеплителя. Восстановление величины сопротивления теплопередачи совмещенного покрытия за счет полной замены материала теплоизоляционного слоя является достаточно трудоемким и дорогостоящим технологическим процессом.

Для решения проблемы энергосбережения в строительстве восстановление сопротивления теплопередачи эксплуатируемых совмещенных покрытий жилых и общественных зданий рекомендуется выполнять без демонтажа существующих кровель.

Для уменьшения затрат труда и стоимости работ по восстановлению (увеличению) сопротивления теплопередачи эксплуатируемых совмещенных покрытий целесообразно выполнять дополнительную теплозащиту уже существующей кровли. Анализ проектно-сметной документации, а также результаты обследования технического состояния эксплуатируемых утепленных совмещенных кровель позволили установить, что более 85 % жилых зданий,

построенных с 1975 по 1992 год, имеют следующее конструктивное решение. По несущей конструкции покрытия (как правило, многослойная сборная железобетонная плита) уложены:

- пароизоляция;
- слой теплоизоляции (легкобетонные блоки или гравий керамзитовый);
- разуклонка (гравий керамзитовый);
- выравнивающая цементно-песчаная стяжка;
- рулонный водоизоляционный ковер.

С учетом наиболее распространенного конструктивного решения эксплуатируемых утепленных совмещенных кровель на рис. 8.6 приведено рекомендуемое к применению конструктивное решение утепления существующих кровель.

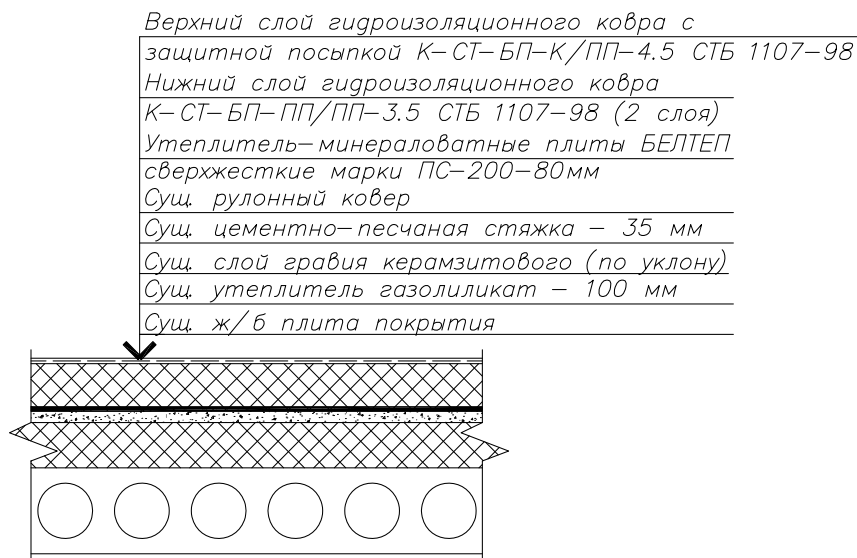


Рис. 8.6. Конструктивное решение утепления существующей кровли

Предлагаемое конструктивное решение утепления существующих кровель можно эффективно эксплуатировать даже в случае разрушения или отсутствия пароизоляции. Роль пароизоляции для предлагаемого конструктивного решения утепления выполняют слои существующего водоизоляционного ковра.

Для снижения нагрузки на существующие несущие конструкции покрытия в качестве дополнительной теплоизоляции использовать рекомендуется негорючие плитные утеплители, по которым разрешена наклейка водоизоляционных материалов без устройства выравнивающей стяжки. Анализ эксплуатационных характеристик плитных утеплителей позволяет рекомендовать для этого отечественный утеплитель «Белтеп» марки ПС-200 (ТУ ВУ 400051892.431–2005), табл. 8.1. Применение плит марки ПС-200 позволяет наклеивать водоизоляционный ковер по слою теплоизоляции без устройства выравнивающей стяжки и тем самым уменьшить дополнительную нагрузку на 1 м<sup>2</sup> существующей несущей конструкции покрытия более чем на 70 кг.

Таблица 8.1

Основные эксплуатационные характеристики  
литного утеплителя «Белтеп»

Показатель	Значение для плиты типа марок ТУ ВУ 400051892.431–2005						
	Легкие		Полужесткие		Жесткие		Сверх- жесткие
	ПЛ-50	ПЛ-75	ПП-100	ПП-125	ПЖ-150	ПЖ-175	ПС-200
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	30–50	51–75	76–100	101–125	126–150	151–175	176–200
Сжимаемость, %, не более	10	4	2	1	-	-	-
Сжимаемость после сорбционного увлажнения, %, не более	16	6	3	2	-	-	-
Прочность на сжатие при 10%-й линейной деформации, МПа, не менее	-	-	-	-	0,04	0,04	0,06
Прочность на сжатие при 10%-й линейной деформации после сорбционного увлажнения, МПа, не менее	-	-	-	-	0,03	0,03	0,045



Окончание табл. 8.1

Показатель	Значение для плиты типа марок ТУ ВУ 400051892.431–2005						
	Легкие		Полужесткие		Жесткие		Сверх- жесткие
	ПЛ-50	ПЛ-75	ПП-100	ПП-125	ПЖ-150	ПЖ-175	ПС-200
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1
Предел прочности на отрыв слоев минераловатных плит, МПа, не менее	-	-	-	-	0,015	0,015	0,015
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре (298±5) К	0,041	0,041	0,042	0,042	0,043	0,043	0,045
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0
Влажность, % по массе, не более	1	1	1	1	1	1	1
Водопоглощение, % по массе, не более	30	30	20	15	5	5	5
Сорбционная влажность по массе при относительной влажности воздуха ( $\phi=97\%$ ), %, не более	-	-	-	-	1,2	1,2	1,2
Коэффициент паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)	-	-	-	-	0,45	0,45	-
Размеры: длина, мм ширина, мм толщина, мм	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200	1000 500 От 20 до 200
Горючесть	<b>Относятся к группе горючести НГ</b>						

Производство работ по устройству дополнительной теплоизоляции эксплуатируемых совмещенных покрытий зданий включает в себя следующие технологические операции:

*подготовительные операции:*

очистка поверхности существующей кровли от посторонних предметов, мусора,

подача на кровлю материалов, инструмента; ремонт выравнивающей стяжки,

устранение вздутий (воздушных мешков) водоизоляционного ковра;

*подача на кровлю всех необходимых материалов, инструмента, осуществляемая крышевыми кранами или приставными подъемниками. Технические характеристики наиболее распространенных крышевых кранов приведены в табл. 8.2;*

*ремонт выравнивающей стяжки, выполняемый на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм.*

Таблица 8.2

Технические характеристики крышевых кранов

Показатель	Марка	
	КБК-2	К-1М
Грузоподъемность, кг	320	320
Вылет консоли, мм	1100	1200
Скорость подъема, м/мин	20	15
Высота подъема груза, м	50	50
Габариты (Д × Ш × В), мм	3840 × 1400 × 2170	3500 × 1400 × 2300
Масса (без контргруза), кг	180	–
Масса контргруза, кг	270 (6×45)	300

До начала работ на ремонтируемых участках стяжки снимают водоизоляционный материал, демонтируют разрушенный материал стяжки, очищают поверхность от грязи и пыли и в случае необходимости – просушивают. Ремонт выравнивающей стяжки, как правило, сводится к выравниванию ее поверхности слоем мелкозернистого асфальтобетона, обеспечивая при этом один уровень и уклон поверх-

ности со смежными участками. По завершении укладки слоя мелкозернистого асфальтобетона на отремонтированный участок стяжки наклеивают два слоя рулонного водоизоляционного материала.

Вздутия 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 холодная битумная мастика МБПХ (СТБ 1262–2001), 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.

Основные технологические операции:

укладка на подготовленное основание плитного утеплителя;

закрепление плитного утеплителя к существующему основанию кровли;

наклейка водоизоляционного ковра по плитному утеплителю.

Плитный утеплитель укладывают на подготовленное основание в один слой. Толщина плит принимается по теплотехническому расчету с учетом информации, приведенной в табл. 8.1.

Для обеспечения требуемых уклонов кровли до укладки плит утеплителя выполняется нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки. Работы по устройству дополнительной теплоизоляции покрытия выполняют в следующей последовательности.

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. Для предохранения теплоизоляционных материалов от повреждений укладку плит следует вести «на себя». При укладке плитного утеплителя следят за плотностью прилегания их к основанию, друг к другу и к смежным конструкци-

ям. Если зазоры в швах между плитами превышают 5 мм, то их заполняют теплоизоляционным материалом.

Крепление плитного утеплителя к существующему основанию кровли выполняется механическим способом. Для этого используют телескопный соединитель GOK-35 с шурупом WOT-120 и распорным дюбелем К 08 × 60 производства фирмы «KOELNER» (рис. 8.7). Данное крепление рассчитано на усилие выдергивания из бетона класса С<sup>12</sup>/<sub>15</sub> с 2,42 кН.

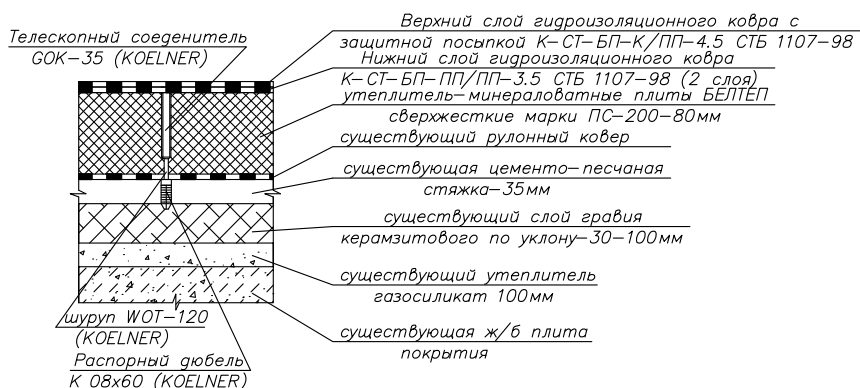


Рис. 8.7. Деталь утепления существующей кровли

Распорным дюбелем К 08 × 60 плитный утеплитель может закрепляться к слою цементно-песчаной стяжки, если она имеет толщину не менее 35 мм. При разработке проекта производства работ необходимо экспериментальным путем определить усилие анкеровки дюбелей в материале стяжки. Расчетное усилие должно быть не менее 0,4 кН.

Контроль качества устройства дополнительной теплоизоляции эксплуатируемых совмещенных покрытий осуществляется согласно СНБ 5.08.01.2000.

Технологические процессы согласно РДС 1.03.02-2003 должны подвергаться следующим видам контроля при производстве и приемке работ:

1. *Входной контроль* материалов и изделий выполняется мастером (прорабом) при приемке материалов и изделий к производству

и включает проверку наличия сертификатов и паспортов на доставленные материалы и изделия.

2. *Операционный контроль качества* – обеспечивает своевременное выявление и устранение дефектов и выполняется в ходе работ по устройству системы утепления.

При операционном контроле качества мастер контролирует:

– подготовленную поверхность кровли (отсутствие на кровле участков разрушенной или поврежденной выравнивающей стяжки и вздутий существующего водоизоляционного ковра);

– качество укладки теплоизоляционных плит, толщину утеплителя, размеры зазоров между плитами, ровность поверхности;

– величину усилия анкеровки дюбелей в материал стяжки;

– соответствие проекту количества анкеров, установленных на 1 м<sup>2</sup> площади утепления;

– равномерность нанесения слоя грунтования по плитному утеплителю;

– соответствие конструктивного решения и технологии устройства основного гидроизоляционного ковра и узлов примыканий ППР.

Результаты операционного контроля должны фиксироваться в журнале работ и актах на скрытые работы.

3. *Приемочный контроль выполнения работ* осуществляется в соответствии с СНБ 1.03.2004 в присутствии всех ответственных за качество лиц и представителя заказчика с подписанием акта об окончательной приёмке.

К акту об окончательной приёмке должны предъявляться следующие документы:

проектная документация;

документы, удостоверяющие качество материалов;

журнал производства работ;

акты на приёмку скрытых работ;

журнал авторского надзора.

До начала работ на кровле необходимо установить границу опасной зоны у возводимого здания не менее 2 м.

При выполнении работ на крыше рабочие должны применять предохранительные пояса, испытанные на нагрузку 300 кг в течение 5 мин, а также должен быть разобран ППР.

При работе на плоских кровлях и пологих с уклоном до 10 %, не имеющих специальных ограждений, устанавливают временные перильные ограждения высотой 1 м с бортовой доской 25 × 180 мм.

Запрещается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра скоростью более 15 м/с.

При производстве работ по устройству кровель из наплавляемых материалов огневым методом необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

работавший с горелкой должен пройти специальное обучение и иметь допуск для работы с агрегатом;

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.

## Глава 9. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 9.1. Этапы работ по обследованию

Обследование зданий и сооружений является важной частью комплекса работ по оценке их технического состояния, в результате которого устанавливаются действительная несущая способность и эксплуатационная пригодность строительных конструкций и оснований, а также рассматриваются варианты изменений конструктивно-планировочных решений и способы возможного усиления несущих конструкций.

Основанием к проведению обследования служит техническое задание, в котором указываются цель реконструкции, соответствующие основные требования и условия эксплуатации после реконструкции.

Работы по обследованию выполняются в два этапа:

- 1) предварительное или общее обследование;
- 2) детальное обследование.

При этом не исключается проведение обследования в один этап. Предварительные или общие обследования начинаются с осмотра сооружений и его конструкций, ознакомления с технической документацией. В результате осмотра должны быть выявлены участки и отдельные конструкции, имеющие аварийное состояние, и приняты меры по их временному усилению.

Изучение проектно-технической документации позволяет определить начало и срок строительства, время проведения ремонтов, изменения характера эксплуатации, даты возможных аварий или нарушений условий эксплуатации и др.

Помимо основной проектно-технической документации должны быть использованы дополнительные материалы: акты передачи в эксплуатацию, акты на скрытые работы, журналы производства работ, документы о проведенных ремонтах и пр., выявлены отступления от проектных данных по объемно-планировочным и конструктивным решениям.

При отсутствии проектно-технической документации или ее неполной комплектации дополнительно необходимо выполнить обмеры конструкций и основные чертежи зданий.

В процессе обмерочных работ фиксируются:  
видимые дефекты, деформации конструкций и их превышение над допустимыми;  
размеры сечений и положение конструкций в пространстве;  
условия их опирания;  
прочность и сплошность материала конструкций (отверстия, сколы, раковины и пр.).

По результатам обследования производится ориентировочная оценка технического состояния строительных конструкций здания и намечается программа детального обследования.

Детальное обследование проводится с целью сбора окончательных обоснованных сведений для оценки технического состояния конструкций, которое и является основой для выбора и принятия решения по проведению строительно-монтажных работ при реконструкции зданий.

Детальное обследование конструкций выполняется выборочным или сплошным. Сплошное обследование предполагает проверку всех конструкций, а выборочное – отдельных элементов. Сплошное обследование производится во всех случаях, когда отсутствует проектная документация.

Если в процессе сплошного обследования обнаруживается, что не менее 20 % однотипных конструкций при их общем количестве более 20 шт. находятся в удовлетворительном техническом состоянии, то оставшиеся непроверенные конструкции допускается обследовать выборочно. Объем выборочно обследуемых элементов должен определяться исходя из конкретных условий (не менее 10 % количества однотипных конструкций, но не менее трех).

Инженерно-геологические изыскания проводятся не только при отсутствии рабочих чертежей фундаментов реконструируемых зданий и сооружений, исполнительных документов по их возведению, сведений об инженерно-геологических условиях площадки и пр.

Проводится анализ состояния конструкций, находящихся под воздействием высоких температур, агрессивной среды и пр.

Деформации (перемещения), обнаруженные при обследованиях, условно подразделяются на *общие*, когда перемещаются и деформируются конструкции и сооружения в целом, и *местные*, когда перемещения, прогибы, повороты происходят в пределах одной конструкции, в узлах сопряжения, опирания и т. п. Для определения общих де-



формаций используют известные геодезические приборы и приспособления – теодолит, нивелир, фототеодолит, прогибомер и пр.

К местным деформациям (перемещениям) отдельных конструкций и их частей относят прогибы и углы поворота в различных плоскостях. Необходимо иметь в виду, что такие деформации имеют место всегда, но они не должны превышать предельных значений, установленных нормами по проектированию железобетонных и стальных конструкций. Например, подкрановые балки – предельно допустимый прогиб  $L/500$ , где  $L$  – пролет балки или плиты; для навесных стеновых панелей –  $L/200$  (при  $L = 6$  м).

Для определения прочности материала конструкций наиболее часто используют неразрушающие методы, которые наиболее приемлемы для определения прочностных, деформативных и других физико-механических характеристик строительных материалов, конструкций зданий и сооружений.

Места отбора образцов (проб) для лабораторных испытаний и места для проведения испытаний неразрушающими методами следует устанавливать на характерных участках конструкций с учетом действующих нагрузок и воздействий, которые могут быть определены по группам однотипных элементов.

При обследовании необходимо определить физико-химическим анализом участки коррозионного повреждения бетона, арматуры и закладных деталей, характер, вид, степень и глубину повреждений проб бетона и арматурной стали.

При обследовании зданий и сооружений устанавливается несущая способность оснований и фундаментов. Эти работы предусматривают выполнение инженерно-геологических и гидрогеологических исследований площадки застройки. Обследования производят с помощью открытых шурфов, количество и место расположения которых определяются в каждом конкретном случае. Глубину шурфов устанавливают не менее 0,5–1,0 м ниже подошвы фундамента.

При выявлении причин появления воды в подвалах или для установления возможности углубления существующего подвала участок исследуют бурением, наблюдают за колебанием уровня грунтовых вод, проверяют качество фундаментов и изоляции в открытых контрольных шурфах.

Обследование стен начинается с непосредственного осмотра конструкций и материала стен. При этом визуально оценивается

состояние кладки и облицовки, отмечаются трещины (осадочные деформации и деформации конструктивного порядка), отклонения от вертикали, расслоения, разрушения перемычек. Помимо определения прочности устанавливаются качество сцепления кирпича с раствором и влажность стен.

Состояние перекрытий наиболее часто определяет вид реконструктивных работ по всему зданию. Сложность обследования перекрытий заключается в ограниченности вскрытия конструкций.

При обследовании перекрытий важно точно установить расчетную схему с учетом степени заделки балок на опорах и тщательно осмотреть состояние балок (наличие протечек, промерзания, заполнения и пр.).

## 9.2. Техническая диагностика конструкций

Задачей технической диагностики железобетонных конструкций является определение тех качественных показателей, от которых в наибольшей мере зависит эксплуатационная пригодность конструкций. Для несущих железобетонных конструкций основные показатели качества – прочность, жесткость и трещиностойкость, долговечность.

Прочность, жесткость и трещиностойкость конструкций определяются:

- прочностью и деформативными свойствами бетона;
- геометрическими размерами и формой сечения конструкций;
- прочностью и деформативными свойствами арматуры;
- площадью сечения и положением арматуры;
- сцеплением арматуры с бетоном;
- условиями опирания конструкций;
- наличием дефектов и повреждений.

*Испытания пробной статической нагрузкой* – прямой метод определения прочности, жесткости и трещиностойкости. Этот метод определения прочности эксплуатируемых конструкций имеет ограниченное применение. В редких случаях при диагностировании сборных железобетонных конструкций демонтируют конструкцию и проводят испытания внешней нагрузкой до разрушения.

*Вибрационные испытания* – значительно более оперативный метод, чем нагружения конструкций пробной статической нагрузкой.

Возможности вибрационных испытаний более ограничены: оценка жесткости и получение информации о действительной статической схеме конструкций в составе зданий.

Диагностика технического состояния проводится в несколько этапов.

1. Предварительное обследование:

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

уточнение объемно-планировочного и конструктивного решений;

выявление наиболее поврежденных и аварийных участков и конструкций;

составление программы основных обследований.

2. Основное (инструментальное) обследование;

уточнение размеров, схем опирания конструкций, нагрузок, качества и прочности материалов;

измерение и зарисовка трещин, дефектов, повреждений конструкций;

измерение деформаций (прогибов, наклонов, перекосов, сдвигов, осадок фундаментов и т. п.).

3. Дополнительное (специальное) обследование:

длительные наблюдения и измерения деформации конструкций, температурно-влажностного режима и т. п.;

испытание конструкций пробной нагрузкой;

уточнение данных инженерно-геологических и геодезических изысканий.

4. Составление заключения:

о несущей способности конструкций на основе анализа данных обследований и расчетов с учетом фактической прочности материалов, нагрузок, расчетных схем;

причинах выявленных дефектов и повреждений конструкций;

пригодности конструкций к дальнейшей эксплуатации, рекомендации по их ремонту, восстановлению, усилению или замене.

***Организация работ по диагностике технического состояния***

При ознакомлении с объектом диагностики:

намечают состав работ по натурному обследованию;

решают вопросы по организации безопасного доступа к конструкциям;

согласовывают с заказчиком сроки временной остановки оборудования и возможности его использования в процессе обследования;

составляют задания на очистку конструкций, изготовление подмостей, вскрытие кровли, открытие шурфов, взятие контрольных образцов и т. п.

Составляемая рабочая 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, а также срочно выполнить надежные временные крепления, страховочные подмости по разработанному в срочном порядке проекту, утвержденному главным инженером предприятия.

По окончании подготовительных работ составляют протокол согласования условий безопасного проведения работ на действующем предприятии.

### **9.3. Выполнение предварительных обследований**

#### ***9.3.1. Сбор и анализ технической документации***

В распоряжении экспертов, проводящих обследование, должна находиться следующая проектно-техническая документация:

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 решению (рабочие чертежи и пояснительная записка к ним с данными о проектных нагрузках и воздействиях);

расчетные схемы и статические расчеты; рекомендации по технологии изготовления конструкций, по 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 соединений и контроль за их качеством; технологические журналы с указанием всех сведений об особенностях технологии (составе бетона, режимах твердения); карта пооперационного контроля; акты на скрытые работы; паспорта железобетонных и бетонных изделий с указанием прочности бетона; для преднапряженных железобетонных конструкций – сведения о способах упрочнения арматурных стержней, о 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 объекта; эксплуатационная документация (основные данные о технологическом процессе, паспортные данные о нагрузках и режиме работы подъемно-транспортного оборудования; общие данные по внутрицеховой среде (температурно-влажностный режим, наличие агрессивных сред, состав и интенсивность пылевывделений и др.); сведения о ремонтах, усилениях, реконструкциях, обследованиях за период эксплуатации).

Сопоставление и изучение представленных материалов позволяет выявить элементы, участки конструкций или узлы сопряжений, которые требуют внимательного обследования, дают возможность определить причины и характер возможных повреждений.

### ***9.3.2. Характерные дефекты и повреждения конструкций***

К наиболее характерным дефектам и повреждениям конструкций, подлежащим выявлению при обследовании, относятся (табл. 9.1):

дефекты, связанные с недостатками проекта, – несоответствие расчетной схемы действительными условиями работы, отклонения от норм проектирования и др.;

дефекты изготовления – отклонения от проектных геометрических размеров, снижение прочности бетона по сравнению с проектными, нарушение армирования, недостаточная толщина защитного слоя, наличие трещин в швах сварных соединений, подрезы основ-

ного металла при сварке, отсутствие заклепок, трещины в основном металле элементов конструкций и др.;

дефекты монтажа и возведения конструкций – смещение от проектного положения, недостаточная площадь опирания, низкое качество монтажных соединений, отсутствие антикоррозионной защиты, футеровок, гидроизоляции и т. д.;

механические повреждения от нарушения правил эксплуатации – пробивка отверстий, проемов с вырезкой арматуры в железобетонных конструкциях, обнажение арматуры для крепления коммуникаций и оборудования, сколы бетона и трещины от ударов при перемещении грузов и при работе оборудования, местные прогибы (вмятины) металлоконструкций от ударов и т. п.;

повреждения от непредусмотренных проектом статических и динамических силовых воздействий – развитие чрезмерных деформаций (прогибов), трещин (нормальных и наклонных) в изгибаемых, внецентренно сжатых, внецентренно растянутых, растянутых элементах, трещин (нормальных и продольных) в сжатых и внецентренно сжатых железобетонных элементах, выпячивание стенки сплошной металлической балки и т. д.;

повреждения от внешних агрессивных воздействий – коррозионное разрушение бетона, образование трещин коррозионного происхождения вдоль арматурных стержней, обнажение арматуры и ее коррозия, морозная деструкция кирпича или бетона, коррозия элементов металлических конструкций и узлов.

Таблица 9.1

### Дефекты зданий

Дефект	Перечень измерений, необходимых для оценки дефекта и выявления причин его возникновения
Неравномерная осадка фундаментов	Нивелирование фундаментов (определение разности осадков фундаментов). Грунтовые исследования. Осмотр отмостки. Выявление и измерение трещин в стенах и перекрытиях. Длительные наблюдения за раскрытием трещин в конструкциях
Трещины в наружных и внутренних стенах	Визуальный осмотр поверхностей. Измерение ширины раскрытия трещин. Вскрытие участков стен с трещинами для определения состояния бетона и арматуры. Длительное наблюдение за раскрытием трещин в стенах

Дефект	Перечень измерений, необходимых для оценки дефекта и выявления причин его возникновения
Протечки в наружных стенах	Отбор проб для определения влажности. Вскрытие конструкций для оценки состояния арматуры и закладных деталей
Промерзание наружных стен и стыков	Зондирование дефектной конструкции. Вскрытие промерзающих участков и оценка состояния узлов сопряжения панелей
Прогибы перекрытий, превышающие допустимые	Измерения прогибов плит. Измерение ширины раскрытия трещин. Определение расположения рабочей арматуры плит. Определение прочности бетона плит с целью выявления дополнительных нагрузок на перекрытия. Повторные измерения прогибов (через 6 мес.)
Сырость в помещениях	Визуальный осмотр конструкций водоотводящих устройств. Измерение температуры и влажности помещения. Отбор проб материала для определения влажности. Фиксация измерения влажности во времени
Пониженная (повышенная) температура воздуха в помещениях	Измерение температуры воздуха и внутренних поверхностей ограждений. Фиксация измерения температуры воздуха во времени
Пониженная температура поверхностей стен, полов	Определение фактического перепада температур поверхностей ограждений и внутреннего воздуха. Зондирование предположительной дефектной конструкции с целью выявления состояния материалов и фактической толщины слоев. Определение влажности материала. Теплотехнический расчет
Понижение звукоизоляции перегородок и перекрытий	Определение показателей звукоизоляции от воздушного и ударного звука предположительной дефектной конструкции. Выявление трещин, неплотностей в местах сопряжения конструкции

На рис. 9.1 приведена схема агрессивных воздействий среды на строительные конструкции одноэтажного промышленного здания, которые могут вызвать коррозионные повреждения материалов и конструкций.

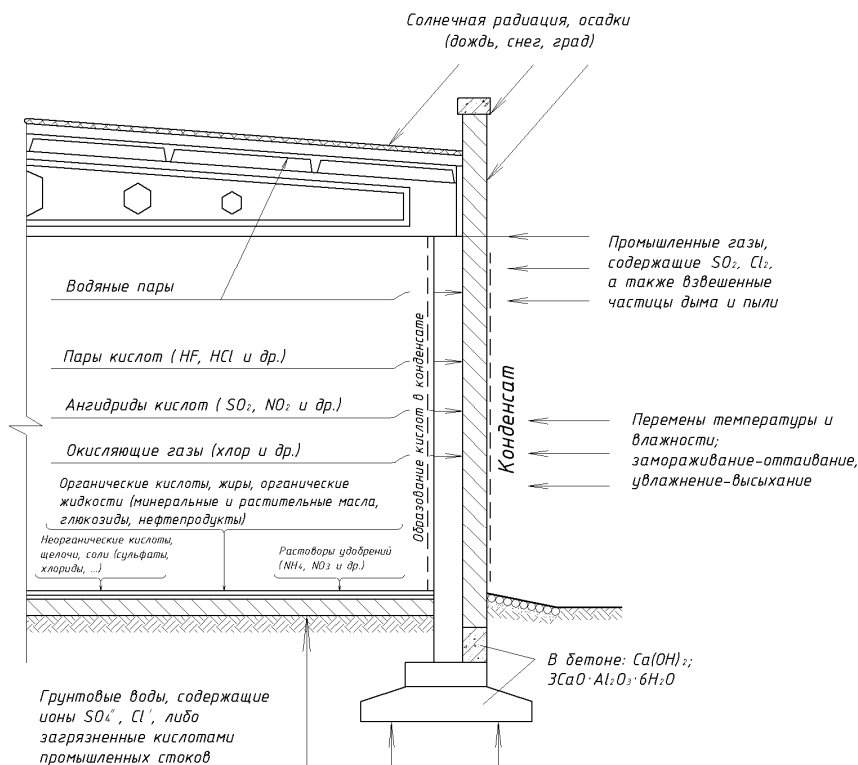


Рис. 9.1. Схема агрессивных воздействий среды на конструкцию промышленного здания

Обычно в зданиях и сооружениях имеются типичные места возможного действия дополнительных нагрузок и воздействий, наиболее вероятные участки повышенного износа элементов конструкций и наиболее характерные повреждения. Так, повышенный износ, дефекты и повреждения в промышленных зданиях наблюдаются (рис. 9.2):

для *оснований* – в зонах складирования тяжелых грузов (проката, слитков и др.), особенно вблизи тяжело нагруженных колонн или стен; в местах прохождения подземных коммуникаций; при попадании в основание агрессивных жидкостей; при вибрационных воздействиях;

*фундаментов* – в зонах действия агрессивных жидкостей, вибраций, пригрузов, расположения глубоких прямков и колодцев, при



сооружении пристроек, при разработке близко расположенных котлованов, забивке дополнительных свай и т. д.;

*колонн* – в наиболее напряженных зонах стыка с фундаментом, у консоли, в стыке колонн по высоте, вблизи пола, в узлах стыковки с ригелями перекрытий и покрытия;

*ригелей* и *плит перекрытий* – в зоне действия максимальных изгибающих моментов, поперечных сил, стыков, передачи сосредоточенных усилий, действия вибрационных нагрузок, агрессивных жидкостей, газов, пыли;

*покрытий* – в зонах повышенного увлажнения со стороны помещения, в местах скопления технологической пыли, на участках с увеличенной толщиной или плотностью утеплителя и т. д.;

*стен* – в местах повышенного увлажнения с замораживанием и оттаиванием, в стыках панельных стен, креплениях к колоннам, примыканиях к полу.

При выявлении участков конструкций с повышенным коррозионным износом рекомендуется в первую очередь обращать внимание на следующие элементы и узлы конструкций:

опорные узлы стропильных и подстропильных конструкций, вблизи которых расположены водоприемные воронки внутреннего водостока;

верхние пояса ферм в узлах присоединения к ним аэрационных фонарей, стоек ветроотбойных щитов;

верхние пояса подстропильных конструкций, вдоль которых расположены ендовы кровель;

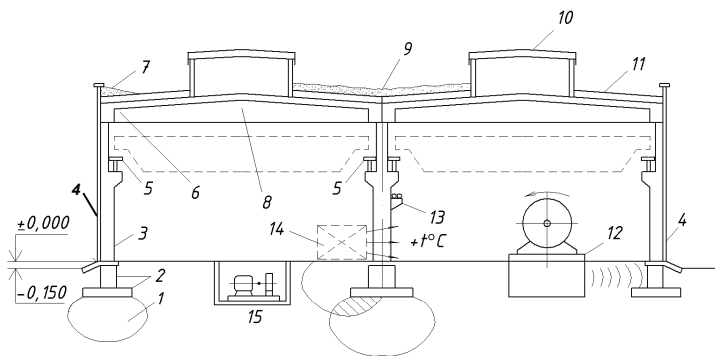
опорные узлы стропильных конструкций, находящиеся внутри кирпичных стен; верхние части колонн, находящиеся вблизи внутренних водостоков и вдоль ендов;

участки или ветви колонн, находящиеся внутри кирпичных стен;

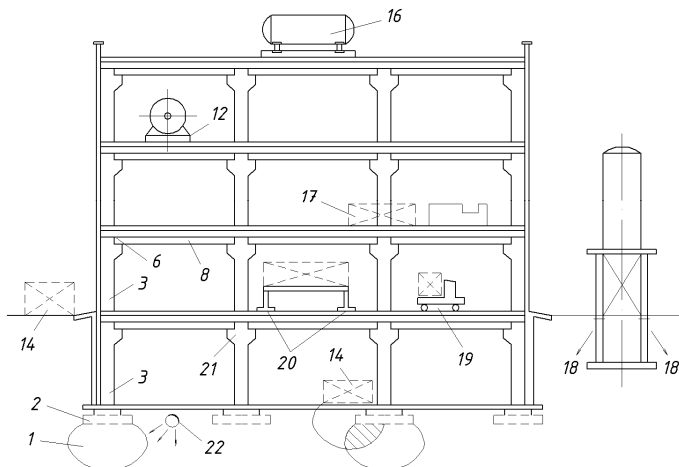
низ и базы колонн, расположенные на уровне или ниже уровня пола;

участки колонн многоэтажных зданий, проходящие через перекрытие;

участки плит покрытия, расположенные вдоль ендов, у воронок внутреннего водостока, у наружного остекления и торцов фонарей, у торцов здания.



*a*



*б*

Рис. 9.2. Типичные места измерений и наблюдений при обследовании и длительных испытаниях:

- a* – одноэтажное промышленное здание; *б* – многоэтажное промышленное здание;
- 1 – напряженная зона основания под фундаментом; 2 – фундамент; 3 – низ стены;
- 4 – водоотводка труб; 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 для материалопроводов; 14 – пригруз на основание, в том числе с воздействием высокой температуры на конструкции; 15 – приямок;
- 16 – резервуар с барботированием; 17 – нагрузка в зоне обслуживания оборудования;
- 18 – места возможного аварийного выброса агрессивных жидкостей;
- 19 – места проезда электрокаров; 20 – сосредоточенные нагрузки от оборудования; 21 – узлы соединения сборных элементов;
- 22 – места прохода подземных коммуникаций

Состав работ при обследовании жилых зданий приведен в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Работы по обследованию жилых зданий

Элемент здания	Состав работ при обследовании элементов здания
Основания и фундаменты	Контрольные шурфы. Лабораторные анализы грунтов. 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. Определение влажности материала. Вскрытие панелей для оценки состояния арматуры и закладных деталей. Определение воздухопроницаемости стыков и состояние герметика
Перекрытия	Зондирование с целью определения состава конструкции перекрытия. Осмотр поверхностей, выявление трещин и измерение ширины их раскрытия. Измерение прогибов дефектных плит, организация длительных наблюдений за ростом прогибов
Балконы	Выявление протечек в местах примыкания балконных плит к стенкам. Измерение уклона верха балконной плиты. Определение прочности бетона и состояния металлических элементов в пределах увлажненных участков. Измерение ширины раскрытия трещин. Измерение прогиба плиты
Крыши	Осмотр стропил, выявление гнилостных поврежденных (для деревянных стропил). Измерение уклонов кровли и установление их соответствия материалу кровли. Выявление мест протечек кровли. Измерение толщины слоя утеплителя, определение его влажности. Вскрытие кровли и оценка состояния металлических деталей крепления карнизных блоков (для чердачных крыш)

Элемент здания	Состав работ при обследовании элементов здания
Лестницы	Осмотр заделки лестничных площадок в стены, узлов опирания лестничных маршей, заделки ограждения. Выявление трещин на поверхностях конструкций лестницы и измерение ширины их раскрытия. Измерение прогиба лестничных маршей (при наличии внешних повреждений)

При проведении обследований объект разбивается на зоны (участки) по следующим основным 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, наличия агрессивных воздействий и т. д.).

Под однородной группой конструкций или их элементов, участков, принимаемой в дальнейшем за генеральную совокупность, понимают однотипные конструкции (фермы, перекрытия, колонны, фундаменты и т. п.) или их элементы, выполненные из одного материала, одинакового сечения, способа соединения, расположения в пространстве, с одной и той же антикоррозионной защитой, с равным сроком службы, при одинаковых условиях эксплуатации.

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 свойств материалов конструкций и условий их эксплуатации выборочное обследование заменяется сплошным.

Первой стадией натуральных обследований является визуальный осмотр конструкций, который включает в себя:

установление соответствия с документацией и сооружением в натуре;

оценку проектного положения конструкций;

оценку состояния элементов конструкций;

оценку состояния защитных покрытий на поверхности конструкций.




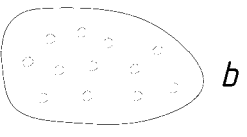
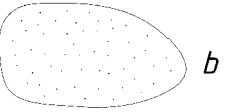
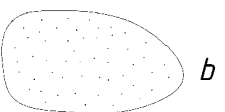

Результаты визуального осмотра фиксируют в виде карты дефектов, нанесенных на планы, разрезы, фасады зданий, развертки конструкций или в виде ведомостей дефектов. Условные обозначения основных дефектов железобетонных конструкций приведены в табл. 9.3.



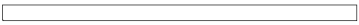


Таблица 9.3

Условные обозначения и характеристики дефектов и повреждений железобетонных конструкций

Условное обозначение дефекта или повреждения	Характеристика дефекта или повреждения
<i>1</i>	<i>2</i>
	Коррозия арматуры
	Оголение арматурной сетки; <i>a</i> , <i>b</i> – примерные размеры участка
	Местное увлажнение, подтеки, конденсат, фильтрация влаги, масляные пятна
	Высолы на поверхности с признаками выщелачивания
	Дефектный шов между сварными элементами, коррозия сварного шва; <i>l</i> – длина поврежденного участка

Продолжение табл. 9.3

1	2
 $\frac{\delta}{A \%}$	<p>Коррозия стали закладной детали;  <math>\delta</math> – глубина коррозии, мм;  <math>A</math> – площадь поражения</p>
	<p>Нарушение анкеровки закладных деталей</p>
	<p>Отсутствие приварки закладных деталей</p>
	<p>Крупнопористый бетон, недостаточно провибрированный в процессе строительства или с малым количеством вяжущего, участки с пониженной прочностью бетона;  <math>a, b</math> – примерные размеры дефекта</p>
	<p>Разрушение бетона на глубину менее толщины защитного слоя (шелушение, отслаивание, раковины);  <math>a, b</math> – примерные размеры дефекта</p>
	<p>Разрушение бетона на глубину менее толщины защитного слоя (шелушение, отслаивание, раковины);  <math>a, b</math> – примерные размеры дефекта</p>
	<p>Разрушение плиты, стены на всю толщину;  <math>a, b</math> – примерные размеры дефекта</p>
	<p>Выколы бетона на глубину более защитного слоя;  <math>a, b</math> – примерные размеры дефекта</p>

1	2
	Волосные трещины
	Трещина; $a$ – средняя ширина раскрытия, мм
	Оголение арматурных стержней; $l$ – протяженность дефекта
	Выпучивание отдельных арматурных стержней; $l$ – протяженность дефекта
	Недостаточная площадь опирания

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

Предварительная оценка технического состояния конструкций 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 отсутствуют 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 данных инструментальных и специальных обследований, а также результатов поверочных расчетов.

#### **9.4. Проведение инструментальных обследований**

Обмеры здания и дефектов выполняют с помощью измерительных инструментов:

рулеток, измерительных лент, линейек, штангенциркулей, микрометров, угломеров, отвесов, уровней;

микроскопов, приспособлений для замера трещин, катетов сварных швов и т. д.

Для оценки прочностных свойств материала конструкций используют различные неразрушающие и разрушающие методы испытаний.

При отсутствии сертификатов или недостаточности имеющихся в них сведений необходимо проводить испытания образцов металла. Определяют следующие характеристики:

1. Химический состав стали (выявляют содержание углерода, кремния, марганца, серы, фосфора и мышьяка).

2. Предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение растяжением образцов; ударную вязкость для определенных температур и конструкций.

3. Распределение сернистых включений способом отпечатка по Бауману (для кипящих сталей).

4. Пробы для испытаний, которые берутся отдельно для каждой партии металла и элементов одного вида проката: листа, уголка и т. д., одинаковых по номерам, толщинам и входящих в состав однотипных конструкций (ферм, балок, колонн) одной поставки. Количество образцов для каждого вида испытаний должно быть не менее указанных в табл. 9.4.

Размеры образцов выбираются не меньше  $100 \times 50$  мм. Их вырезают из фасонного проката вдоль направления прокатки, а из листового – поперек направления прокатки.



Таблица 9.4

## Количество образцов для испытаний

Вид испытаний	Количество элементов от партии	Количество образцов (проб)	
		из элемента	всего от партии
Химический анализ	2	1	3
Испытание на растяжение	2	1	2
Ударная вязкость	2	3	6
Отпечатки по Бауману	2	1	2

Стружка для химического анализа отбирается по всей толщине проката не менее 50 г от одного элемента. Перед отбором стружки поверхность металла очищают от окалины, краски, грязи, ржавчины, масла и влаги до металлического блеска.

При обследовании конструкций выявляются дефекты, которые целесообразно заносить в ведомости. В первом столбце таблицы дают привязку дефекта (местоположение, расстояния от осей, этаж и т. д.). Во втором столбце схематично обозначают дефект и дают его геометрические размеры. В третьем столбце более подробно описывают дефект и указывают предполагаемые причины его возникновения. В четвертом столбце – методы устранения дефекта и др.

Если обследуется большеразмерная конструкция, в которой много дефектов и повреждений, необходимо отдельно вычертить схему этой конструкции (ферму, подкрановую балку, ступенчатую колонну, пространственную конструкцию, схему фасадов здания, крыши и т. д.). На этих схемах необходимо показать места дефектов и пронумеровать их, а в ведомости дать их описание.

В сложных объектах необходимо составлять ведомости дефектов по отдельным видам конструкций (колонны, подкрановые балки, фермы и т. д.) с указанием местоположения конструкций (ряд, ось и т. д.) и местоположения дефекта (наименование стержня, панели, расстояния до узла и т. д.).

В заключение должны быть освещены следующие вопросы:

- 1) на основании какого документа назначено обследование, сроки проведения и задание на обследование;
- 2) перечень документов, используемых при обследовании;

3) краткое описание архитектурно-планировочного решения здания или сооружения и основных несущих конструкций;

4) технология производства на объекте, условия эксплуатации конструкций и т. д.;

5) результаты натурного обследования всех конструкций, основные выявленные дефекты, их причины и возможные последствия;

6) прочностные характеристики материалов конструкций;

7) данные о фактических нагрузках на конструкции;

8) результаты проверочных расчетов конструкций с учетом реальных расчетных схем, нагрузок, дефектов и т. д.;

9) выводы о несущей способности основных конструкций и первоочередные мероприятия по обеспечению безопасности людей; рекомендации по ремонту или усилению конструкций, необходимости дальнейшего наблюдения за объектом и т. д.

### **9.5. Основные причины повреждений и аварий и характерные дефекты конструкций**

Причинами возникновения дефектов и аварий могли быть некачественное проектирование, изготовление и монтаж конструкций, неправильная эксплуатация, а также внешние воздействия среды. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся причины возникновения повреждений и аварий.

*Ошибки при проектировании:*

1) неудачно выбранная расчетная схема;

2) проектирование здания без достоверных геологических или гидрогеологических исследований грунтов основания;

3) недоучет сочетаний расчетных нагрузок и других воздействий;

4) недостаточная прочность, устойчивость и жесткость запроектированной конструкции;

5) ошибки в назначении марок стали, классов бетона и арматуры;

6) неправильное размещение связей и жестких диафрагм;

7) неудачные технологические решения конструкций;

8) применение недолговечных материалов, отсутствие указаний по защите конструкций от коррозии;

9) отсутствие авторского и технического контроля за выполнением строительных работ;

10) малая глубина заложения фундаментов.

*Ошибки в процессе строительства:*

1) неправильная геодезическая разбивка осей, несоблюдение вертикальности стен, колонн и т. д.;

2) отступления от правил производства работ в период строительства;

3) применение некачественных материалов или неудачная замена;

4) несвоевременная постановка связей;

5) несоблюдение технологий бетонных работ;

6) некачественное выполнение соединений;

7) перегрузка конструкций увеличенной массой элементов (слов) по сравнению с проектом;

8) плохая антикоррозийная защита металлических элементов;

9) пропуск деформационных швов, отсутствие гидроизоляции и др.

*Неправильная эксплуатация конструкций:*

1) отсутствие профилактических ремонтов и защиты конструкций от коррозии;

2) перегрузка конструкций оборудованием, снегом и пылью, настил новых конструктивных слоев;

3) устройство непредусмотренных проектом отверстий в несущих конструкциях;

4) пролив жидкостей, кислот, масел на несущие конструкции;

5) попадание атмосферной и технической воды и замачивание грунтов основания;

6) выемка грунтов вблизи существующих фундаментов;

7) промерзание стен, фундаментов, грунтов основания.

*Внешние воздействия:*

1) температура, осадки, воздушный поток;

2) газы, химические вещества;

3) биологические вредители;

4) шум, звуковые колебания, вибрации;

5) землетрясения, ураганы, наводнения;

6) блуждающие токи;

7) оползни, морозное пучение грунтов.

Опыт обследования многих зданий и сооружений позволяет обобщить наиболее характерные дефекты, которые могут быть в конструкциях.

*Характерные дефекты каменных конструкций:*

1) отсутствие перевязки швов и некачественная кладка;

- 2) трещины в каменной кладке;
- 3) насыщение влагой и промерзание;
- 4) расслоение и осыпание кладки, выпадение облицовочных плиток;
- 5) нарушение вертикальности стен и столбов;
- 6) отсутствие связей-анкеров с перекрытиями;
- 7) отсутствие арматурных сеток в простенках, арматуры в перемычках;
- 8) недостаточная прочность и морозостойкость кирпича и раствора;
- 9) недостаточная пространственная жесткость здания; недостаточное количество поперечных стен, отсутствие связи и диафрагмы;
- 10) некачественная вертикальная и горизонтальная гидроизоляция в стенах подвала;
- 11) малый вынос карниза, что ведет к увлажнению стен;
- 12) механические повреждения от транспорта и др.

*Характерные дефекты железобетонных конструкций:*

- 1) отслоение защитного слоя бетона;
- 2) коррозия арматуры и закладных деталей;
- 3) отступление от проекта в армировании;
- 4) трещины: усадочные, температурные, осадочные и деформационные;
- 5) негерметичность стыков панелей, раскрытие их;
- 6) низкая прочность бетона по сравнению с проектом;
- 7) увлажнение и промерзание стеновых панелей;
- 8) нарушение сцепления бетона и арматуры, например, после пропитки маслами;
- 9) коррозия поверхности бетона от агрессивности среды; воды и ветра;
- 10) механические повреждения и износ от истирания;
- 11) недопустимые прогибы, крены и горизонтальные отклонения;
- 12) изъяны; раковины, пустоты в бетоне, связанные с расслоением бетонной смеси, неправильным подбором состава бетона;
- 13) недостаточная площадь опирания конструкций;
- 14) некачественное выполнение сварных соединений.

*Характерные дефекты металлических конструкций:*

- 1) искривления стержневых элементов;
- 2) выпучивание полок и стенок составных сечений балок и колонн;

- 3) коррозия элементов и соединений;
- 4) трещины всех видов;
- 5) пересечения или примыкания сварных швов друг к другу;
- 6) резкие перепады сечений элементов;
- 7) дефекты сварных швов.

*Характерные дефекты деревянных конструкций:*

- 1) недопустимые деформации и потеря устойчивости элементов;
- 2) гниение и поражение древесины;
- 3) трещины вследствие низкого качества древесины;
- 4) ослабление сечений при строительстве и механические повреждения при эксплуатации;
- 5) расстройство сопряжений или отсутствие крепежных деталей;
- 6) необоснованное удаление каких-либо элементов конструкций;
- 7) наличие пороков древесины;
- 8) повреждения от повышенной температуры и огня;
- 9) коррозия металлических деталей деревянных конструкций и их деформирование;
- 10) коррозия древесины от агрессивных сред;
- 11) усушка, разбухание и коробление;
- 12) ослабление клеевых, гвоздевых и других видов соединений;
- 13) истираемость поверхности при эксплуатации;
- 14) отсутствие или разрушение связевых элементов.

*Характерные дефекты предварительно напряженных конструкций:*

- 1) непроектная величина предварительного напряжения;
- 2) некачественные инъекции каналов и заделка стыков монтажных элементов;
- 3) трещины в зоне анкерования предварительно напряженной арматуры в железобетонных конструкциях;
- 4) вертикальные трещины в пролетных участках железобетонных балок и плит и деревянных конструкциях;
- 5) коррозия арматуры, затяжек;
- 6) недостаточная прочность материалов;
- 7) механические повреждения в период транспортирования и монтажа конструкций;
- 8) нарушение технологии предварительного напряжения конструкций;
- 9) разрушение защитных покрытий;
- 10) недопустимые деформации конструкций.

Таблица 9.5

## Методы инструментального обследования

Исследуемый параметр	Метод испытания или измерения	Инструменты, приборы, оборудование
1	2	3
Объемная деформация здания	Нивелирование Теодолитная съемка Фотограмметрия	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-3 и др. Теодолиты Т-2, Т-15, ТаН и др. Фотоаппараты, стереокомпратор
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
Прочность бетона	Метод пластической деформации  Ультразвуковой метод  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
Прочность раствора	Ультразвуковой метод	Склерометр СД-2
Скрытые дефекты материала конструкции	Ультразвуковой метод  Радиометрический метод	Приборы УКБ-1, УКБ-2, «Бетон-12», «Бетон-5», УК-14П Приборы РПП-1, РПП-2, РП6С
Глубина трещин в бетоне и каменной кладке	Подсечка трещин Ультразвуковой метод	Молоток, зубило, линейка УК-10ПМ; «Бетон-12», УК-14П, «Бетон-5», «Бетон-8УРЦ» и др.

Окончание табл. 9.5

1	2	3
Ширина раскрытия трещин	Измерение стальными щупами и пр. С помощью отсчетного микроскопа	Щуп, линейка, штангенциркуль  МИР-2
Толщина защитного слоя	Магнитометрический метод	Приборы ИЗС-2, МИ-1, ИСМ
Плотность бетона, камня и сыпучих материалов	Радиометрический метод	Источники излучения: Cs-137, Co-60 Выносной элемент типа ИП-3 Счетные устройства (радиометры) Б-3, Б-4, «Бетон-8-УРЦ»
Влажность бетона и камня	Нейтронный метод	Источник излучения Ra-Be, датчик НВ-3. Счетные устройства: СЧ-3, СЧ-4, «Бамбук»
Воздухопроницаемость	Пневматический метод	ДСК-3-1, ИВС-2М
Теплозащитные качества стенового ограждения	Электрический метод	Термощупы ТМ, ЦЛЭМ, тепломер ЛТИХП
Звукопроводность стен и перекрытий	Акустический метод	Генератор «белого» шума ГШН-1 Усилители УМ-50, У-50 Шумомер Ш-700 Спектрометр 2112
Параметры вибрации конструкции	Визуальный метод Механический метод  Электрооптический метод	Вибромарка Виброграф Гейгера, ручной виброграф ВР-1 Осциллографы Н-105, Н-700, ОТ-24-51, комплект вибродатчиков
Осадка фундамента	Нивелирование	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-1 и др.

Учебное издание

**ЛЕОНОВИЧ** Сергей Николаевич  
**ЧЕРНОИВАН** Владимир Николаевич  
**ПОЛЕЙКО** Николай Леонидович и др.

## **ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

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

В 2 частях

Часть 1

Редактор *Т. Н. Микулик*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 22.01.2018. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 16,28. Уч.-изд. л. 12,73. Тираж 100. Заказ 952.

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.