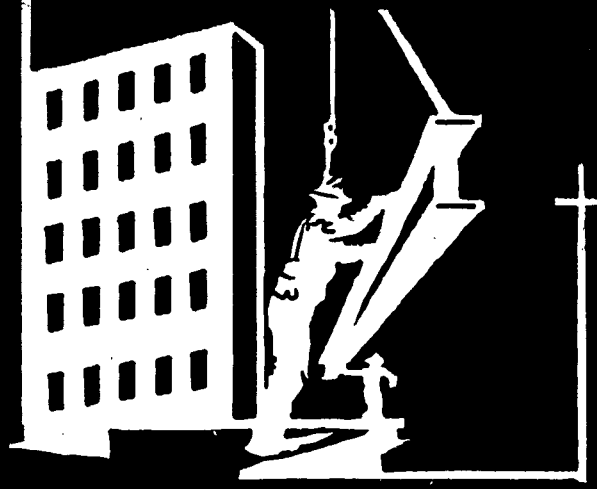
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.И. Теличенко
О.М. Терентьев
А.А. Лапидус

Технология возведения зданий и сооружений



ВЫСШАЯ ШКОЛА ИЗДАТЕЛЬСТВО

В.И. Теличенко О.М. Терентьев

А.А. Лапидус

Технология возведения зданий и сооружений

Издание второе, переработанное и дополненное

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Строительство"

Москва
«Высшая школа»
2004

Учебник (1-е изд.) в 2002 г. награжден Малой медалью Российской академии архитектуры и строительных наук

Рецензенты:

кафедра технологии строительного производства Ростовского государственного строительного университета; канд. техн. наук *О.П. Лянг* (первый зам. генерального директора ЗАО «Моспромстрой»)

Теличенко, В.И.

Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит. вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 2004.— 446 с.; ил.

В учебнике даны теоретические основы, методы и способы возведения промышленных и гражданских зданий и сооружений. Последовательно рассмотрены общие вопросы строительных технологий, возведения подземных сооружений, зданий и сооружений из конструкций заводского изготовления, монолитного железобетона с использованием современных индустриальных опалубок, технология возведения зданий в условиях плотной городской застройки, на техногенно-загрязненных территориях, в экстремальных и зимних условиях, при реконструкции зданий.

Для студентов строительных специальностей вузов. Может быть использован студентами средних профессиональных учебных заведений, а также специалистами в данной области.

© ФГУП «Издательство «Высшая школа», 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

В строительстве, как одной из базовых отраслей экономики, происходят серьезные структурные изменения. Увеличилась доля строительства объектов непроизводственного назначения, значительно возросли объемы реконструкции зданий, сооружений, городских микрорайонов, а также требования, предъявляемые к качеству работ, защите окружающей среды, продолжительности инвестиционного цикла сооружения объекта. Возникают новые взаимоотношения между участниками строительства, появляются элементы состязательности и конкуренции. Резко изменился масштаб цен, стоимостных показателей, заработной платы, ресурсопотребления.

В условиях рыночной экономики несоизмеримо более ощутимыми становятся последствия принимаемых строителями организационно-технологических и управленческих решений. Происходящие изменения должны сопровождаться преобразованием систем организационно-технологической подготовки, проектирования, формирования и управления строительными технологическими процессами на строительном объекте. Эти изменения не могут не коснуться системы подготовки специалистов для строительной отрасли.

Важное значение здесь имеет наличие современной учебно-методической литературы, ее постоянное обновление и совершенствование. При этом одним из принципов разработки учебников и учебных пособий, по мнению авторов, является системность и преемственность при изложении учебного материала и изучении дисциплин организационно-технологического цикла студентами строительных специальностей.

Студенты, обучающиеся по специальности «Промышленное и гражданское строительство», последовательно изучают дисциплины, которые могут быть объединены общим понятием «строительные технологии». К ним относятся основы теории строительных технологий, технологии заводского производства конструкций, технологии строительных процессов и возведения зданий и сооружений, организация и управление при осуществлении перечисленных выше производственных процессов и ра-

бот. Никогда ранее преподавание дисциплин, относящихся к строительным технологиям, не рассматривали как этапы единого комплекса. Предлагаемые для изучения курсы были достаточно объемны и представительны, но в них не было принципа преемственности, когда каждый следующий курс неразрывно связан с предыдущим.

В связи с этим у преподавателей Московского государственного строительного университета (МГСУ) возникла идея написания серии учебников и учебных пособий, объединенных единой рубрикой — «Строительные технологии». Такой подход, по мнению авторов, позволит выдержать единый стиль изложения материала, избежать повторов основных терминов и определений, предложить студенту тот комплекс учебников, который будет удовлетворять его требованиям на протяжении практически всего времени обучения в вузе. Для реализации поставленной задачи была создана редакционная коллегия в составе чл.-кор. РААСН, д-ра техн. наук, проф. В.И. Теличенко, д-ра техн. наук, проф. А.А. Лапидуса, канд. техн. наук, проф. О.М. Терентьева, которая запланировала под рубрикой «Строительные технологии» выпуск следующих книг: «Основные понятия строительных технологий», «Технология заводского производства изделий и конструкций», «Технология строительных процессов», «Технология возведения зданий и сооружений», «Проектирование и создание организационных структур управления строительными технологиями».

Книги рубрики рассчитаны не только на студентов, но могут быть интересны широкому кругу читателей — от строителя-практика, повышающего свой профессиональный уровень, до научного сотрудника. При этом в рубрику могут войти и другие книги, позволяющие дополнить представление о строительных технологиях.

Авторы выражают благодарность канд. техн. наук, доц. С.Л. Герману за участие в написании гл. 28, а также коллективу кафедры технологии строительного производства Ростовского государственного строительного университета и первому заместителю генерального директора ЗАО «Моспромстрой», канд. техн. наук О.П. Лянгу за замечания, высказанные при рецензировании рукописи.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Строительство является одной из основных сфер производственной деятельности человека. В результате строительного производства создается законченная строительная продукция — здание или сооружение определенного функционального назначения. Многообразие конструкций зданий и сооружений порождает необходимость разработки и применения широкого спектра строительных технологий. Ведущим элементом любой строительной технологии является строительный процесс.

Основы теории и практики строительных процессов изучают в дисциплине «Технология строительных процессов». Состав и структуру строительных технологий рассматривают в дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений». Изучение данной дисциплины базируется на знаниях в области строительных материалов и изделий, принятия архитектурно-планировочных решений, конструктивных систем зданий и сооружений, организации и управления строительством, строительных машин, охраны труда и техники безопасности.

Строительные технологии, изучаемые в дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений», включают в себя технологии возведения зданий и сооружений из сборных, монолитных и сборно-монолитных, деревянных, кирпичных конструкций. Перечень технологий строительного производства велик, они постоянно обновляются, прогрессируют, развиваются. Основные направления дальнейшего совершенствования строительных технологий связаны с решением задач ресурсосбережения, повышения уровня гибкости строительных технологий, их безопасности, качества, снижения нагрузки на окружающую природную и социальную среду.

Особенностью данного учебника является то, что в нем рассмотрен широкий диапазон условий, в которых осуществляется возведение современных зданий и сооружений: строительство и реконструкция зданий в условиях плотной городской застройки, возведение зданий и сооружений на техногенно-загрязненных грунтах, производство строительно-монтажных работ в зимних условиях. Уделено достаточное

внимание применению современных опалубочных систем, в том числе производимых ведущими зарубежными фирмами.

В данном учебнике последовательно рассмотрены пять основных разделов учебного курса «Технология возведения зданий и сооружений»: основные положения строительных технологий; особенности возведения подземной части зданий и сооружений; технологии возведения зданий из сборных конструкций; технологии возведения зданий из монолитного железобетона; технологии возведения зданий и сооружений в особых условиях производства работ.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В первом разделе учебника рассмотрены вопросы технологического проектирования и подготовительных работ к осуществлению строительства. Приведены особенности проекта организации строительства, проекта производства работ на комплекс строительства, отдельное здание, отдельную работу, особенности технологической карты, карты трудовых процессов.

Взаимосвязь процессов и работ рассмотрена с точки зрения их совместимости и последовательности. Проанализированы специфические особенности последовательного, параллельного и поточного методов производства работ.

Назначение, состав и правила проектирования объектных стройгенпланов показаны в увязке с проектированием генеральных планов строительства. Уделено необходимое внимание прокладке и конструкции временных дорог, расположению складов, открытому и закрытому складированию материальных ресурсов строительства.

Проанализирована специфика подготовительного периода строительства — создание геодезической разбивочной основы, рассмотрены вопросы расчистки и предварительной планировки территории перед началом строительства, отвода поверхностных и грунтовых вод, обустройства и подготовки площадки к основному этапу строительства. Особенно важными являются проблемы обеспечения экологической безопасности строительства.

Глава 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

1.1. Общие положения

Технологическое проектирование предназначено для разработки оптимальных технологических решений и определения необходимых организационных условий выполнения строитель-

ных процессов, работ, возведения здания или сооружения в целом. Целью проектирования производства работ является выбор технологии и организации их выполнения, которые позволят осуществить возведение объекта в требуемые сроки, при надлежащем качестве и при снижении себестоимости работ. Оптимальное решение может быть достигнуто на базе типизации проекта, заложенной в него индустриализации возведения каркаса здания и всего цикла отделочных работ, применения комплексной механизации и передового электрифицированного ручного инструмента.

По действующим нормативам возведение любого сооружения может осуществляться по предварительно разработанным и утвержденным проектам организации строительства и проекту производства работ. Технологическое проектирование является частью проектной документации, разрабатываемой при строительстве объекта. Выполнение технологического проектирования процессов должно быть предусмотрено на всех стадиях создания проекта: технико-экономического обоснования (стадия проект), рабочей документации, производства работ.

Технологическое проектирование строительства включает в себя:

- проект организации строительства (ПОС);
- проект производства работ (ППР);
- технологические карты на сложные строительные процессы;
- карты трудовых процессов;
- технологические схемы выполнения операций.

Проект организации строительства (ПОС) является основной составной частью проекта или технорабочего проекта сооружения. При двустадийном проектировании последовательно выполняются стадии «проект» и «рабочая документация»; для отдельных возводимых объектов проектирование может выполняться в одну стадию, когда разрабатывается «технорабочий проект». ПОС определяет продолжительность строительства объекта, его стоимость, потребность в материалах и необходимом оборудовании.

Разрабатывает ПОС генеральная проектная организация или по ее заказу проектная организация-разработчик строительной части сооружения. Для крупных и особо сложных объектов с особо ответственными или новыми несущими и ограждающими конструкциями отдельные разделы ПОС могут разрабатывать специализированные организации. ПОС должен включать весь комплекс сооружений на объекте и его разрабатывают на весь период строительства комплекса. Если крупный объект предусмотрено возводить по частям или очередям,

то наряду с разработкой ПОС на весь объект могут быть предусмотрены самостоятельные, более детально проработанные проекты организации строительства на отдельные очереди возведения комплекса.

Проект производства работ (ППР) разрабатывают для здания в целом, отдельных циклов возведения здания, сложных строительных работ. ППР разрабатывается на этапе, непосредственно предшествующем производству работ.

Строительство любого объекта допускается осуществлять только на основе предварительных решений, принятых в ПОС или ППР.

Технологические карты разрабатывают для сложных процессов и простых строительных работ.

Карты трудовых процессов подготавливают для выполнения простых технологических процессов.

Технологические схемы проектируют для рабочих в целях разъяснения оптимального выполнения отдельных операций.

1.2. Специфика разработки ПОС и ППР

В состав **проекта организации строительства** входят:

- календарный план производства работ с указанием сроков и очередности возведения всех зданий и сооружений, составляющих комплекс, с распределением капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по отдельным сооружениям. При строительстве комплекса дополнительно разрабатывают календарный план на подготовительный период работ;
- строительные генеральные планы на подготовительный и основной периоды строительства, на которых должны быть обозначены все существующие и подлежащие сооружению здания, подъездные пути, площадки под складами для укрупнительной сборки конструкций или бетонный узел, зона для инвентарного бытового городка, временные и постоянные инженерные сети, включая электроэнергию, типы монтажных и других механизмов, их расположение и пути перемещения. Для объектов, где склады или бытовой городок можно расположить только за пределами площадки строительства, разрабатывают ситуационный план, охватывающий все площадки, относящиеся к возводимому объекту;
- ведомости объектов (входящих в возводимый комплекс) монтажных, общестроительных и специализированных работ, с выделением работ и их объемов по отдельным зданиям и сооружениям, а также по основным периодам строительства;

• ведомость потребности в конструкциях, изделиях, материалах, оборудовании, рассчитанная по укрупненным показателям, на весь комплекс, или только на его основные сооружения;

• график потребности в основных строительных машинах и транспортных средствах на весь период строительства;

• график потребности в рабочих основных строительных специальностей;

• пояснительная записка с характеристикой условий строительства с обоснованием принятых методов производства работ и возможности совмещения различных работ по срокам выполнения, потребности в материалах, основных механизмах, транспортных средствах, энергетических ресурсах, временных зданиях и сооружениях, складских площадях. В записке должны быть обоснованы предлагаемые сроки возведения всего комплекса сооружений, распределение осваиваемых средств по годам и кварталам, увязанная со сроками работ потребность в рабочих кадрах, строительных материалах и т. п.

В проекте организации строительства разрабатывают, проектируют и увязывают:

• согласованную работу всех участников строительства объекта с координацией ее генеральным подрядчиком;

• комплектную поставку материальных ресурсов на все здание, этаж или захватку в соответствии с календарным планом производства работ;

• возведение зданий и сооружений индустриальными методами на основе комплектно поставляемых конструкций или блоков высокой заводской готовности;

• выполнение строительных, монтажных и специальных работ поточными методами (желательно на основе бригадного подряда);

• высокую культуру ведения работ и строгое соблюдение правил техники безопасности;

• соблюдение требований по охране окружающей среды.

Проект организации строительства является обязательным для заказчика, подрядных организаций, а также для организаций, которые осуществляют финансирование и материально-техническое обеспечение возведения объекта. Финансирование строительства может быть открыто при наличии проекта организации строительства или проекта производства работ (если ПОС не разрабатывается).

Проект производства работ (ППР) на весь комплекс работ по объекту и на подготовительный период на основании ПОС разрабатывает генеральная подрядная организация. Для отдельных сложных или впервые внедряемых видов работ ППР разрабатывают специализированные монтажные или проектные организации.

Проект производства работ в зависимости от возможной продолжительности строительства объекта, объемов и сложности отдельных видов работ по решению строительной организации может быть разработан на:

• строительство здания или сооружения в целом;

• возведение отдельных частей здания — подземная или надземная части, секция, пролет, этаж, ярус;

• выполнение отдельных технически сложных строительных работ;

• работы подготовительного периода.

Современные конструкции, специфика монтажа или возведения монолитных конструкций зданий и сооружений, неординарность применяемых методов их возведения требуют специальных инженерных решений по организации, механизации и технологии строительства. Основные организационно-технологические решения по производству монтажных работ содержатся в ППР — проекте производства работ, который разрабатывают для:

• определения наиболее эффективных способов выполнения строительно-монтажных работ;

• снижения всех видов затрат;

• сокращения продолжительности строительства;

• наиболее полного использования средств механизации;

• обеспечения безопасности производства работ.

Проект производства работ на строительство здания или сооружения разрабатывают на основе задания, которое выдает строительная или монтажная организация как заказчик производства работ.

Исходными материалами для разработки ППР являются:

• задание на разработку ППР от заказчика;

• ранее разработанный ПОС на этот объект строительства;

• необходимая проектная документация — рабочие чертежи, расчеты;

• учет специфики строительства — условия поставки конструкций, материалов и деталей, наличие строительных машин и транспортных средств, обеспечение рабочими кадрами;

• документация и расчеты по осуществленному строительству аналогичных зданий и сооружений.

В задании должны быть указаны сроки подготовки требуемой документации и дополнительно приложены для оптимального проектирования ППР график производства работ и смета,

комплект рабочих чертежей металлоконструкций, чертежи на сборный железобетон, чертежи монтажных узлов и спецификации, данные о согласованных сроках поставки монтируемых конструкций. Срок разработки ППР напрямую зависит от характера сооружения, объемов монтажных работ, их сложности.

1.3. Состав и содержание ППР на строительство отдельного здания

1. Календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график, в которых устанавливаются последовательность и сроки выполнения всех работ с максимально возможным их совмещением, нормативное время работы строительных машин, потребность в трудовых ресурсах и средствах механизации, работы, поручаемые отдельным бригадам или коллективам, их количественный и профессиональный состав.

2. Строительный генеральный план (стройгенплан), который включает:

- границы строительной площадки, виды ее ограждения;
- постоянные и временные сети и коммуникации;
- постоянные и временные дороги;
- схемы движения транспортных средств и строительных механизмов;
- места установки строительных машин и грузоподъемных механизмов с указанием путей их перемещения и зон действия;
- строящиеся и временные здания и сооружения;
- зоны мойки автотранспорта;
- расположение бытовых помещений;
- пути движения рабочих, проходы в здания и сооружения;
- источники электроснабжения и освещения стройплощадки;
- площадки и помещения складирования материалов и конструкций;
- расположение противопожарного водопровода и гидрантов;
- площадки укрупнительной сборки конструкций;
- контрольно-пропускные пункты охраны.

3. Технологические карты и схемы на выполнение отдельных работ или процессов.

4. Графики поступления на объект конструкций, изделий и материалов.

5. Графики потребности в рабочих на объекте.

6. Графики работы основных строительных машин.

7. Решения по производству геодезических работ.

8. Решения по технике безопасности.

9. Перечень технологического инвентаря и оснастки для выполнения строительных работ, схемы строповки грузов и конструкций.

10. Пояснительная записка, включающая технико-экономические показатели.

Для строительства сооружений с особо сложными конструкциями или методами производства работ дополнительно к ППР разрабатывают рабочие чертежи на специальные вспомогательные сооружения, приспособления, устройства и технологические решения:

- оснастку и приспособления для транспортирования и монтажа уникального оборудования, конструкций, строительных объемных элементов;
- специальные опалубки — сводов-оболочек, несъемную и скользящую;
- устройства для производства работ по понижению уровня грунтовых вод, искусственному замораживанию грунтов, закреплению и повышению несущей способности грунтов — цементации, силикатизации, обжигу и др.;
- шпунтовые ограждения котлованов и траншей;
- защитные приспособления и мероприятия при буровзрывных работах.

1.4. Состав ППР на возведение надземной части здания

Проект производства работ следует разрабатывать на вариантной основе, т. е. сопоставляя эффективность вариантов основных решений. Задачи, решаемые при проектировании строительных технологий:

- применение передовых строительных конструкций;
- поточное производство работ с равномерной загрузкой оборудования и рабочих;
- разработка прогрессивных методов организации строительства;
- применение передовых технологий и методов производства работ, совмещение работ по возведению каркаса здания с общестроительными;
- эффективные средства механизации производства работ и комплексная механизация для сокращения ручного труда;
- эффективные схемы комплектации объекта конструкциями;
- рациональные решения по доставке и складированию конструкций;

• оборудование площадки укрупнительной сборки конструкций;

• обеспечение непрерывности производства работ, исключение технологических перерывов;

• обеспечение прочности и устойчивости сооружения на всех этапах производства работ;

• обеспечение машин и механизмов энергоресурсами, водой;

• использование рационального и универсального монтажного оснащения;

• широкое применение средств малой механизации;

• применение прогрессивных временных сооружений — бытовок передвижного, контейнерного и сборно-разборного типов;

• сокращение числа и площадей приобъектных складов;

• монтаж с транспортных средств;

• организация возведения каркаса и выполнения сопутствующих работ в 2...3 смены;

• обеспечение нормальных условий для безопасного труда и отдыха рабочих.

Проектирование технологий возведения надземной (подземной, отдельной секции и т. п.) части здания, сооружения должно базироваться на следующих принципах:

• изучении объемно-планировочного и конструктивного решений здания;

• предварительном анализе способов производства работ, приемлемых для использования основных монтажных механизмов;

• составлении спецификации сборного железобетона, определении номенклатуры и максимальной массы изделий;

• определении потребности в материалах и полуфабрикатах (общее количество и необходимость поставки отдельных материалов в конкретные сроки);

• расчете трудоемкости работ, примерных затрат машинного времени;

• определении допустимых сроков возведения каркаса здания;

• первичном анализе и оценке вышеуказанных материалов.

В оптимальном технологическом решении должны быть, в частности, отражены принципиальные, с точки зрения производства работ, моменты:

• необходимое число монтажных кранов и число смен монтажа в сутки;

• выбор наиболее подходящих по техническим параметрам и наиболее дешевых при экономическом сравнении монтажных механизмов;

• подбор современных, наиболее надежных, универсальных и индустриальных средств механизации, такелажа, приспособлений.

Проектирование технологий возведения здания является завершающим этапом работ, базирующимся на принятии всех первичных решений.

Основной, обобщающий документ — календарный график (план) производства работ. Его составляют на основе объемов монтажных и сопутствующих работ, их трудоемкости и принятых методов производства работ, он устанавливает:

• последовательность, взаимосвязь и сроки выполнения отдельных работ;

• число применяемых монтажных кранов и сроки их использования;

• потребность в рабочих кадрах на период возведения каркаса здания в целом и по специальностям;

• принимаемое число смен работы в сутки и номенклатуру работ, выполняемых в ту или иную смену;

• общую продолжительность возведения каркаса здания в днях;

• состав комплексной бригады рабочих и специализированных звеньев.

1.5. Состав и содержание ППР на отдельный вид технически сложных работ

Проект производства работ часто разрабатывается на особо сложные для выполнения монтажные, отделочные или специальные работы. В состав ППР на монтаж сборных конструкций входят:

• календарный (посменный, почасовой) график производства работ по объекту, совмещенный с графиками потребности в рабочих кадрах и механизмах;

• строительный генеральный план на данный вид работ с расстановкой необходимых кранов, путями их перемещения, организацией складского хозяйства и разрешенными зонами перемещения в пределах площадки;

• методы и схемы производства работ и при необходимости технологическая карта (карты) производства работ с указанием обязательно проводимых и контролируемых геодезических работ;

• технико-экономические показатели по проекту производства работ;

• пояснительная записка с необходимыми пояснениями и обоснованиями по принятым в ППР решениям.

Разработку проекта производства работ на монтаж каркаса здания начинают с определения основных положений (общей концепции работ), которые включают методы монтажа, необходимое монтажное оборудование и сроки производства работ.

Эти основные положения производства работ согласовывают с заказчиком проекта (строительной или монтажной организацией). Они должны базироваться на рекомендованных в проекте рабочих чертежах конструкций, чтобы в ППР были учтены их специфические особенности и предложена технология их монтажа. Основные положения разрабатывают на все предлагаемые варианты осуществления монтажных работ. Варианты методов производства работ должны отличаться не только применяемыми монтажными механизмами, но и технологией монтажных работ. Выбор оптимального варианта осуществляют путем сопоставления технико-экономических показателей: особенность и стоимость вариантов механизации, трудоемкость и продолжительность работ по каждому из них.

Основные положения должны содержать пояснительную записку с объемами работ, фрагмент стройгенплана для каждого варианта, схемы и укрупненный график производства работ и технико-экономические показатели. К разработке проекта производства работ приступают только после утверждения одного из предложенных подрядчиком, руководителем монтажной организации и генподрядчиком (строительная организация, осуществляющая строительство) вариантов монтажа.

В проекте производства работ устанавливают последовательность монтажа конструкций, мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки элементов, пространственную неизменяемость конструкций в процессе укрупнения и монтажа, устойчивость частей здания в процессе возведения, степень укрупнения конструкций и обязательно безопасность производства работ. Завершенный ППР рассматривает, утверждает и принимает к исполнению монтажная организация.

Основной в составе ППР на сложный строительный процесс или простую строительную работу является технологическая карта, которая включает в себя следующие разделы:

1. Область применения — состав и назначение строительного процесса;

2. Материально-технические ресурсы и выбор основных механизмов — данные о потребности в материалах, полуфабрикатах и конструкциях на проектируемый объем работ, потребность в механизмах, инструменте, инвентаре;

3. Калькуляция затрат труда и машинного времени — перечень выполняемых операций, объемов, необходимых для их выполнения трудозатрат;

4. Почасовой или посменный график производства работ — взаимосвязь процессов во времени, последовательность и общая продолжительность их выполнения;

5. Технология и организация комплексного процесса — перечень и технологическая последовательность выполнения операций, состав звеньев или бригад рабочих. В разделе должны быть представлены рабочие чертежи монтажных приспособлений и такелажной оснастки; схемы строповки основных конструктивных элементов каркаса; места расположения монтажных подмостей, ограждений, переходов и лестниц;

6. Требования к качеству. Пооперационный контроль. Приемка работ — приборы и оборудование, используемые для контроля, указания по его осуществлению, обязательные мероприятия по операционному контролю качества выполняемых монтажных работ и соединений монтажных элементов, оценке качества отдельных процессов;

7. Техника безопасности — мероприятия, обеспечивающие безопасность строительных процессов, включая организацию безопасной работы монтажных механизмов;

8. Технико-экономические показатели — затраты труда на единицу измерения, продолжительность выполнения работ по технологической карте.

Глава 2

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Последовательность производства работ обусловлена следующими основными факторами, поэтапное освоение которых в конечном результате приводит к реализации строительного процесса:

- территория застройки;
- подготовка площадки (работы подготовительного периода);
- возведение подземной части;
- возведение надземной части;
- возведение ограждающих конструкций;
- монтаж инженерного оборудования;
- внутренние отделочные работы;
- монтаж технологического оборудования;

• наружные отделочные работы;
• благоустройство.

Выбор территории застройки — самый первый этап реализации строительства. На этом этапе, исходя из поставленных задач, определяют наиболее оптимально расположенный земельный участок, удовлетворяющий как требованиям рационального снабжения строительными материалами, конструкциями и ресурсами на период строительства, так и отвечающий необходимым требованиям эксплуатации. Осуществляют государственное оформление, отвод земельного участка под строительство и подготовку архитектурно-планировочного задания.

Подготовка площадки является обязательным этапом, примерно схожим по составу работ для промышленного и гражданского строительства. В основном, под подготовкой площадки понимают проведение инженерных изысканий, привязку возводимого здания на местности, снос старых строений, перекладку сетей, возведение временных зданий и сооружений.

Принятая последовательность производства работ при возведении отдельного здания или комплекса, состоящего из расположенных рядом однотипных зданий, может в значительной степени влиять на общий срок строительства. Существуют три основных метода строительства зданий или производства взаимосвязанных работ.

Последовательный метод предусматривает, что при возведении отдельного здания бригада рабочих выполняет каждую следующую работу только после окончания предыдущей. Следовательно, общая продолжительность строительства здания равна сумме продолжительностей производства отдельных видов работ, т. е. в данном случае потребуется незначительная численность персонала, работающего на одном объекте. В случае, когда ряд однотипных зданий будут строить одно за другим, каждое следующее здание — только после окончания предыдущего, то единая бригада рабочих будет возводить эти здания последовательно, переходя с одного завершенного объекта на следующий. При этом методе общая продолжительность строительства комплекса зданий равна произведению продолжительности строительства одного дома на их число, но при этом так же, как и при возведении отдельного здания, требуется относительно малая численность рабочих, задействованных длительное время на одном месте.

Параллельный метод предусматривает одновременное выполнение ряда работ на отдельном здании или возведение нескольких однотипных зданий. На каждом из рассматриваемых объектов будет работать самостоятельная бригада. В идеале все

бригады одновременно приступят к работе и в одно время закончат возведение зданий. При параллельном методе общая продолжительность возведения отдельного здания равна времени выполнения всех работ, но при этом в m раз (количество таких работ и бригад рабочих) возрастет потребность в рабочих для одновременной работы. Аналогичная схема привлечения людских ресурсов и продолжительности строительства будет при параллельном методе возведения комплекса однотипных зданий.

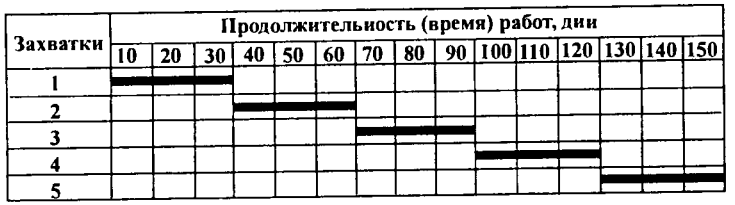
Поточный метод строительства сочетает в себе достоинства последовательного и параллельного методов и исключает их недостатки. При этом методе общая продолжительность строительства будет значительно меньше, чем при последовательном методе, но и интенсивность использования рабочих окажется меньше, чем при параллельном методе.

Проиллюстрируем указанные методы строительства соответствующими расчетами и диаграммами на примере возведения пяти одинаковых коттеджей. Трудоемкость возведения каждого $q = 300$ чел.-дн., бригада состоит из $n = 10$ чел., продолжительность строительства дома (работы на отдельной захватке) составит $t = 30$ раб. дн., N — максимальная ежедневная потребность в рабочих.

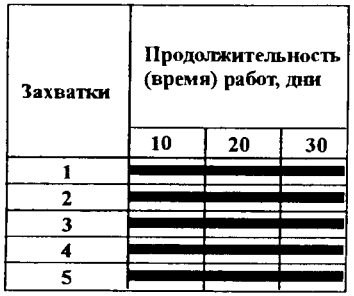
На рис. 2.1 представлен календарный график работ при последовательном методе возведения зданий. Продолжительность работ $T = mt = 5 \cdot 30 = 150$ дн. Людские ресурсы (потребность в рабочих) $n = N$ (ежедневно по 10 чел.). Общая трудоемкость работ $Q = Tn = 150 \cdot 10 = 1500$ чел.-дн.

График производства работ при параллельном методе возведения зданий приведен на рис. 2.2. Общая продолжительность работ $T = t = 30$ дн. Потребность в рабочих $N = mn = 5 \cdot 10 = 50$ чел. (рабочих) в день. Общая трудоемкость не изменится: $Q = NT = 50 \cdot 30 = 1500$ чел.-дн.

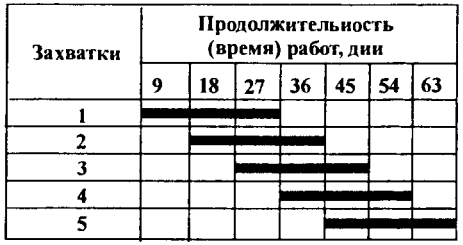
Особенностью поточного метода производства работ является разделение этапов строительства, строительных работ и их



Р и с. 2.1. Календарный график работ при последовательном методе возведения зданий



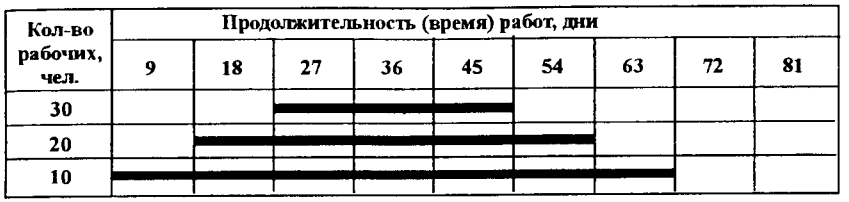
Р и с. 2.2. Календарный график работ на захватках при параллельном методе возведения зданий



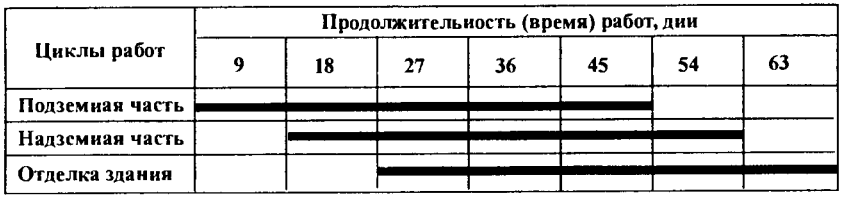
Р и с. 2.3. Календарный график работ на захватках при поточном методе

комплексов на более мелкие составляющие. Сложно представить, что все члены бригады, приступившей к строительству дома, в совершенстве владеют необходимыми строительными профессиями и в состоянии качественно выполнить все работы, начиная с земляных и заканчивая отделкой здания. В связи с этим рациональнее будет разбивка строительства на три последовательно выполняемых цикла работ: возведение подземной части здания, включая земляные работы, устройство фундаментов, подвала, гидроизоляции и т. д.; возведение надземной части — каркаса здания с устройством внутренних стен, перегородок, заполнением оконных и дверных проемов и выполнением специальных работ, и заключительный цикл — отделка здания внутри и снаружи. Условимся, что на каждом цикле работ задействована самостоятельная *специализированная*, профессионально подготовленная бригада численностью 10 человек, которая выполняет свои работы на отдельном здании за 9 дней. Специфика поточного метода производства работ заключается в том, что эта специализированная бригада, закончив свой цикл работ на одном здании, переходит на другое, освобождая рабочее пространство следующей бригаде, выполняющей за то же время свой цикл работ (рис 2.3). Так последовательно вторая бригада перемещается за первой с объекта на объект (с захватки на захватку). Так же работает третья бригада, а если циклов работ больше, то и четвертая и т. д. При этом благодаря специализации и наработанному опыту каждая бригада выполняет свой вид работ не за 10, а за 9 дней.

Количество рабочих, используемых в каждый интервал времени, представлено на рис. 2.4.



Р и с. 2.4. График движения рабочей силы при поточном методе работ



Р и с. 2.5. Календарный график по видам выполняемых работ при поточном методе

Общая продолжительность работ $T = 63$ дн. Общая трудоемкость $Q = 10 \cdot 9 \cdot 2 + 20 \cdot 9 \cdot 2 + 30 \cdot 9 \cdot 3 = 1350$ чел.-дн. Потребность в рабочих $N_{max} = 30$ чел. в день, средняя потребность $N_{ср} = 1350 / 63 = 21$ чел.

График работы бригад по видам выполненных работ при поточном методе показан на рис. 2.5.

Сравнение методов производства работ представлено в табл. 2.1.

Таблица 2.1. **Сравнение различных методов производства работ**

Методы	Продолжительность работ, дни	Максимальная численность рабочих	Число комплексных бригад	Общая трудоемкость, чел.-дн.
Последовательный	150	10	1	1500
Параллельный	30	50	5	1500
Поточный	63	30	3 (специализированные)	1350

Специализация бригад при поточном методе строительства позволяет максимально механизировать труд, обеспечить лучшую организацию, иметь более высокую производительность труда. Сокращение сроков достигается и за счет последовательного выполнения однородных работ при параллельном выполнении разнородных.

Поточный метод является основным при строительстве зданий и сооружений, так как при его использовании обеспечивается непрерывность и равномерность выполнения строительно-монтажных работ.

Глава 3

СТРОЙГЕНПЛАН, СКЛАДИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Стройгенпланы строительства

Основанием для разработки стройгенплана служит генеральный план (генплан) строящегося здания, сооружения или комплекса. Различают общеплощадочный стройгенплан, охватывающий территорию всей строительной площадки (микрорайона, строящегося предприятия), и объектный, включающий только территорию, необходимую для возведения отдельного здания или одного объекта строящегося комплекса.

Общеплощадочный стройгенплан входит в состав ПОС и представляет собой план строительства всего комплекса объектов и размещения на строительной площадке временных зданий и сооружений, постоянных и временных коммуникаций и разрабатывается проектной организацией для генерального подрядчика. Общеплощадочный стройгенплан может проектироваться для подготовительного и основного периодов строительства и, как вариант, для основного периода строительства с выделением объектов, сооружаемых в подготовительный период.

Его выполняют в том же масштабе, что и генплан, и приводят на нем экспликацию постоянных и временных зданий. В пояснительной записке дают все необходимые расчеты и технико-экономические обоснования к стройгенплану, в том числе расчет потребности в воде, энергетических ресурсах на периоды строительства и эксплуатации.

Объектный стройгенплан входит составной частью в ППР, разрабатывается со значительно большей степенью детализации, проектируется самой строительной организацией или по ее заказу институтами Оргтехстроя. На объектном стройгенплане уточняют и детализируют решения, принятые на площадочном стройгенплане. Объектный стройгенплан может разрабатываться для нескольких стадий строительства: подготовительной, производства работ «нулевого цикла», на монтажный цикл, отделочные и кровельные работы.

Назначение стройгенпланов — разработка и осуществление наиболее эффективной модели организации строительной площадки, обеспечивающей наилучшие условия для высокопроизводительного труда работающих, оптимальную механизацию строительно-монтажных процессов, эффективное использование строительно-монтажных машин и транспортных средств, соблюдение требований охраны труда.

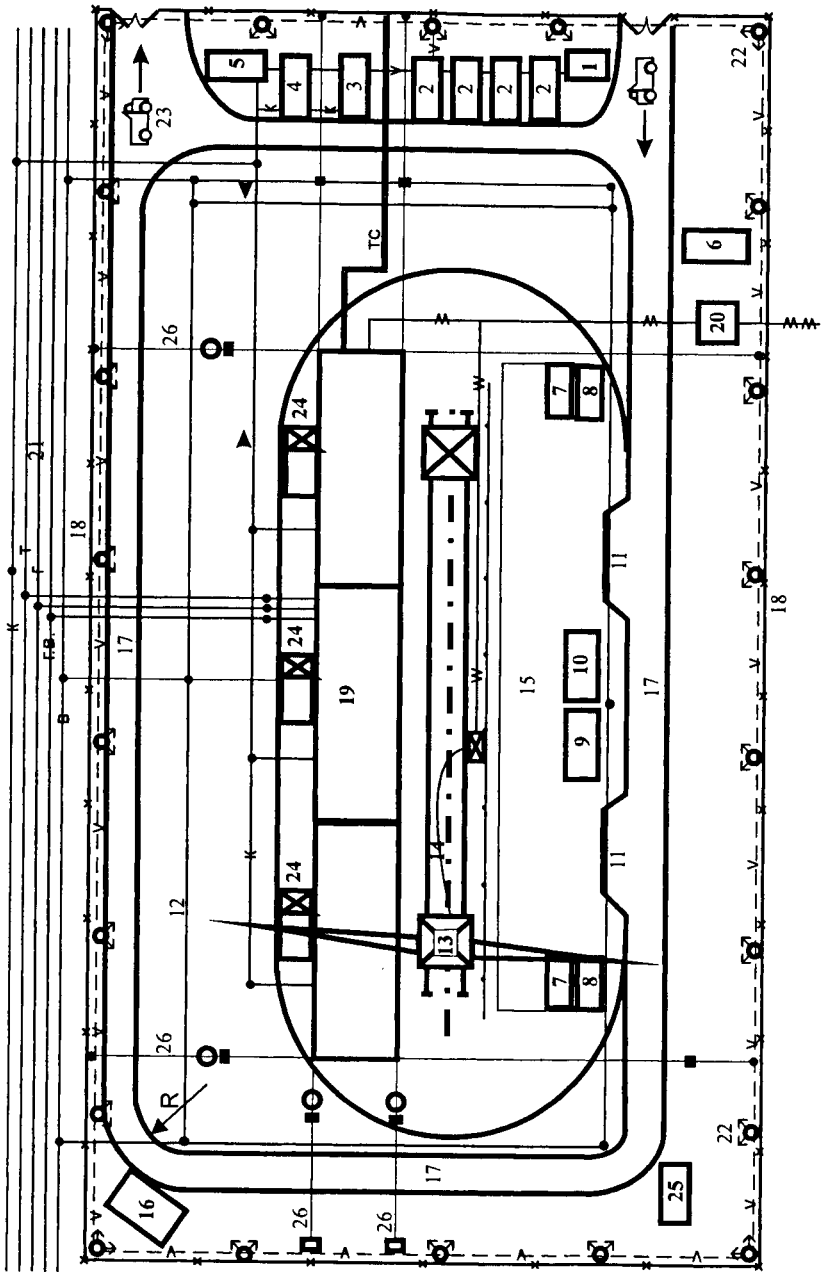
На стройгенплане должен быть нанесен в масштабе контур возводимого здания и всех существующих и проектируемых на данной площадке сооружений. Должны быть показаны существующие и проектируемые сети и коммуникации, в том числе имеющиеся железнодорожные пути и автодороги.

В зависимости от разработанной технологии производства работ по возведению каркаса здания на стройгенплане размещают склад конструкций, при необходимости площадку укрупнительной сборки. Для подвозки материалов и конструкций на склад используют существующие дороги, при необходимости проектируют временные проезды, покрытие которых специально оговаривается в ППР. На стройгенплане должны быть указаны стоянки и пути движения самоходных механизмов и кранов, подкрановые пути под башенные краны. Должны быть указаны опасные зоны при монтаже конструкций и ограждение или расположение знаков-указателей опасных зон.

От временной трансформаторной подстанции на стройгенплане должны быть показаны основные электромагистрали для освещения строительной площадки, освещения зоны производства работ, работы сварочных аппаратов, силовой кабель для подключения монтажного крана, места врезки в электросеть объектов бытового городка. Освещенность строительной площадки должна быть не менее 2 лк, зоны производства работ — 15 лк, территории складских площадей — 10 лк. Освещение площадки осуществляют с помощью вышек, на которых закреплены прожекторы требуемой мощности.

Для организации производства работ на строительной площадке должны быть предусмотрены складские помещения для хранения материалов, оборудования, инструмента, спецодежды и т. п. Должны быть запроектированы помещения для переодевания, обогрева, приема пищи, душевые, туалеты, помещения для сушки одежды. Для этих целей рационально использовать уже существующие помещения, задействовать инвентарные помещения или вагончики.

Вопросы пожарной безопасности должны быть решены для всей строительной площадки. Вокруг строящегося объекта необходимо предусмотреть противопожарную сеть с гидрантами,



Р и с. 3.1. Объектный стройгенплан

расположенную вблизи запроектированных на стройплощадке проездов. Территория строительства должна быть огорожена, иметь организованные въезд и выезд, в зоне выезда должен быть организован пункт мойки колес.

Стройгенплан при его разработке должен быть увязан со всеми организациями, которые задействованы в строительстве объекта, согласован с основными исполнителями — монтажной организацией и генподрядчиком.

В составе стройгенплана на монтаж многоэтажного здания должны быть (рис. 3.1):

1 — прорабская;
2 — инвентарные бытовые помещения для рабочих;
3 — столовая;
4 — душевая, помещения для сушки одежды;
5 — туалет;
6 — материальный склад;
7 — склад лифтового оборудования;
8 — склад сантехнического оборудования;
9 — площадка для грузозахватных приспособлений и тары;
10 — площадка для приема раствора и бетона;
11 — площадки для разгрузки автотранспорта;
12 — противопожарный водопровод с гидрантами;
13 — башенный кран;
14 — подкрановые пути — рельсовый путь крана с ограждениями;
15 — площадка складирования конструкций;
16 — площадка для стоянки строительных машин и механизмов;
17 — временные автомобильные дороги;
18 — временный забор с двумя воротами и проходными;
19 — строящееся здание;
20 — временная трансформаторная подстанция;
21 — вводы и сети постоянных и временных коммуникаций;
22 — осветительные мачты;
23 — зона мойки автомобилей;
24 — монтажные подъемники;
25 — площадка мусорных контейнеров;
26 — знаки закрепления основных осей здания.

Основные правила проектирования стройгенпланов:

1. Решения, принятые на стройгенплане, должны быть увязаны с генпланом, со всеми разделами ПОС (ППР).

2. Принятые обозначения должны соответствовать действующим нормативным документам.

3. Все объекты стройгенплана должны быть наиболее рационально размещены на площадке, отведенной под строительство.

4. Должна быть предусмотрена рациональная организация грузовых и людских потоков.

5. Временные здания и установки располагают на территории, не предназначенной под застройку до окончания строительства.

6. Объемы временного строительства должны быть минимальными за счет использования имеющихся постоянных зданий, дорог и подземных коммуникаций.

7. Для временных зданий следует использовать сборно-разборные инвентарные передвижные вагончики и контейнеры.

8. Склады сборных конструкций и массовых материалов необходимо располагать у мест их наибольшего потребления.

9. Размещение кранов должно гарантировать выполнение всех строительно-монтажных работ по принятой технологии и соблюдение графиков строительства.

10. Приобъектные склады располагают в зонах работы кранов и в непосредственной близости от дорог.

11. Строительную площадку во избежание доступа посторонних лиц необходимо оградить.

12. Необходимо обеспечить безопасное и безвредное осуществление работ, соблюдение санитарных и экологических норм.

13. Должны быть гарантированы противопожарная безопасность, освещение проходов, проездов и рабочих мест.

Дополнительные рекомендации по проектированию стройгенпланов:

- временные здания и складские помещения располагают таким образом, чтобы исключить взаимное неблагоприятное воздействие в санитарном отношении;
- временные здания, сооружения и установки размещают на строительной площадке вблизи постоянных инженерных сетей и транспортных коммуникаций;
- при выборе места расположения подсобно-вспомогательных объектов исходят из минимума затрат на устройство временных инженерных сетей, временных подъездных путей и пешеходных дорожек;
- открытые склады конструкций, материалов и оборудования располагают в зоне действия монтажного крана;
- склады горючих и сгораемых материалов размещают на расстоянии не менее 20...30 м от других объектов;

- площадки для укрупнительной сборки конструкций и оборудования устраивают в местах, обеспечивающих безопасный способ доставки укрупненных блоков в зону монтажа;
- служебные здания, помещения, вагончики — прорабскую, диспетчерскую, комнату отдыха, санитарно-бытовые помещения располагают ближе к входу на строительную площадку;
- дороги на стройплощадке устраивают кольцевыми с объездами, площадками для разворота и разъезда автомобилей;
- постоянные инженерные сети рекомендуется размещать в едином коллекторе (в специальных технических полосах), вне проезжей части дорог и подкрановых путей;
- временные, особенно размещаемые на земле или низко над землей сети не должны располагаться в пределах трассы постоянных сетей.

3.2. Проектирование склада конструкций

Складирование сборных конструкций осуществляют в штабелях или в кассетах, в которых размещают работающие в вертикальном положении конструкции — стеновые панели, фермы и т. д.

Проходы между штабелями устраивают шириной от 0,4 до 1 м и располагают через 20...30 м в поперечном направлении и не реже чем через 2 штабеля в продольном.

Проезды шириной 3...4 м для перемещения транспортных средств и погрузо-разгрузочных механизмов устраивают не реже чем через 100 м.

Ширину складов принимают из расчета, чтобы все элементы поднимались со склада без дополнительной перекантовки и перемещения, т. е. они должны входить в зону действия обслуживающих кранов.

На складе сборные элементы располагают в таком же положении, как на транспортных средствах при перевозке. Горизонтально складируемые конструкции укладывают на деревянные подкладки, расстояние между которыми увязывается с условиями работы данной конструкции.

Раскладка элементов на складе может быть раздельной, при которой складируются вместе все элементы одного типа, и групповой, когда обеспечивается раскладка и монтаж разнотипных элементов с одной стоянки монтажного крана.

3.2.1. ДОРОГИ СТРОЙПЛОЩАДКИ

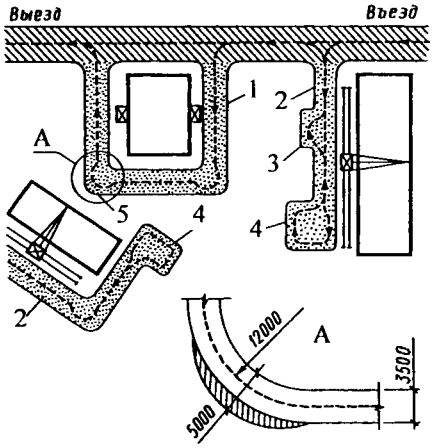
Автодороги строительства включают *подъездные пути*, соединяющие строительную площадку с общей сетью автомоби-

льных дорог, и *внутрипостроечные дороги*, по которым перевозят грузы внутри площадки. Подъездные пути, как правило, выполняют постоянными, а внутрипостроечные дороги — временными; эти проезды прокладывают до начала возведения основных объектов.

Дороги на строительных площадках могут быть тупиковыми и кольцевыми. В конце тупиковых должны быть разворотные площадки, а в средней части, при необходимости, — разъезды. Исходя из нормативного габарита автомобиля (прямоугольник шириной 2,5 и высотой 3,8 м), ширина проезжей части автомобильной дороги при однополосном движении должна быть не менее 3,5 м, а при двухполосном — 6 м. Если дорога запроектирована однополосной, то в предполагаемых местах разгрузки транспорта должны быть предусмотрены уширения, общая ширина дороги — не менее 6 м (рис. 3.2).

При использовании тяжелых машин грузоподъемностью 25...30 т и более ширина проезжей части увеличивается до 8 м. Если на стройплощадку будут доставлять крупногабаритные и длинномерные грузы, ширина дороги может быть дополнительно увеличена.

Радиус закругления дорог диктуется возможностями маневрирования отдельных машин и автопоездов, т. е. их поворотоспособностью при движении вперед без применения заднего хода. Обычно минимальный радиус закругления принимают 15 м, в этом месте увеличивают ширину проезжей части — при ширине дороги 3,5 м на закруглении она составит 5 м.

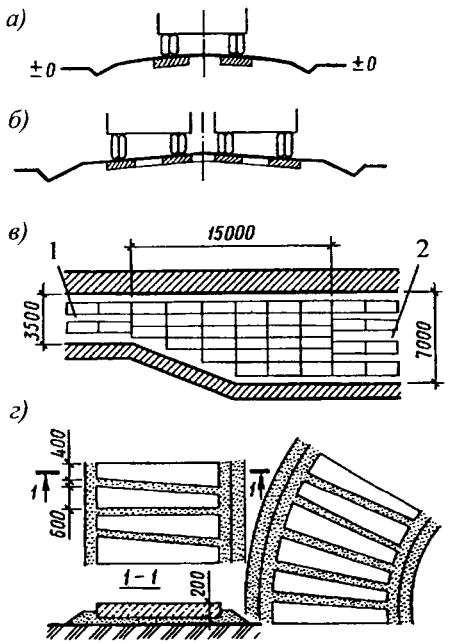


Р и с. 3.2. Внутриплощадочные автомобильные дороги:

1 — кольцевая дорога; 2 — тупиковая дорога; 3 — разъезд; 4 — разворот; 5 — уширенный поворот кольцевой дороги

Конструктивно автомобильные дороги состоят из земляного полотна и дорожной одежды. Для отвода поверхностных вод на прямых участках пути дороге придается двускатный уклон, а на криволинейных — односкатный.

Дорожная одежда состоит из нескольких слоев — подстилающего песчаного слоя, несущего основания (щебеночное, бетонное, железобетонное) и покрытия. Для сокращения расходов на период строительства на строительной площадке целесообразно возводить будущие постоянные дороги без верхнего покрытия. Устраивают только нижние слои дороги, еще эффективнее уложить по песчаному основанию временное покрытие из железобетонных дорожных плит. Основное покрытие в этом случае следует выполнять перед сдачей объекта в эксплуатацию.



Р и с. 3.3. Временные дороги из железобетонных плит:

а — колейная, однопутная из прямоугольных плит; *б* — то же, двухпутная; *в* — уширение дороги в месте разъезда транспорта; *г* — сплошная, из плит клиновидной формы; 1 — одноколейный участок; 2 — двухколейный участок

В качестве железобетонных дорожных плит применяют плиты прямоугольной в плане и клиновидной форм (рис. 3.3). Прямоугольные дорожные плиты (длиной 2,5...3,0 м, шириной 1,0...1,5 м, толщиной 0,14...0,22 м и массой 0,63...1,8 т) просты в изготовлении и в работе с ними на строительной площадке, могут воспринимать повышенные нагрузки, пригодны для эксплуатации сразу же после их укладки в любое время года и при любой погоде. Дороги чаще устраивают *колейными* — одно- и двухпутными с разъездами. Клиновидные плиты позволяют устраивать покрытия проезжей части сразу на всю ширину дороги, радиус закругления на поворотах может быть любым. На прямых участках плиты чередуют, располагая их то широкой, то узкой стороной. Для таких плит нет надобности в устройстве отдельных участков дороги (особенно на поворотах) в монолитном исполнении.

Затраты на устройство, ремонт и содержание таких дорог в условиях типичной для строек интенсивности движения обычно окупаются за 1,5...2 года. Сборно-разборные плиты являются собственностью строительной организации и предполагают их многократное использование.

3.2.2. ПОГРУЗКА И РАЗГРУЗКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ

Транспортировка строительных грузов на объект связана с необходимостью их погрузки на месте отправления и разгрузки на месте прибытия. Эти операции почти полностью механизированы, для их выполнения применяют общестроительные и специальные машины и механизмы. Эти механизмы могут работать независимо или являются частью конструктивного решения транспортных средств.

В первую группу входят специальные погрузочно-разгрузочные и обычные монтажные краны, погрузчики цикличного и непрерывного действия, передвижные ленточные конвейеры, механические лопаты, пневматические разгрузчики и др. Ко второй группе относятся автомобили-самосвалы, транспортные средства с саморазгружающимися платформами и автономными средствами разгрузки и т. д.

В строительстве находит применение перевозка мелкоштучных материалов и изделий с применением пакетов и контейнеров. *Пакет* — уложенная на специальный поддон партия груза. Пакеты должны быть сформированы так, чтобы их форма сохранялась на всех этапах перемещения.

Контейнер — это инвентарное многооборотное устройство или емкость. Универсальный контейнер предназначен для перевозки различных категорий грузов; он закрыт, оборудован приспособлениями для погрузки и разгрузки. Специальные контейнеры конструируют для перевозки определенного вида грузов — рулонных материалов, отделочной плитки, линолеума, электромонтажной арматуры на секцию здания и т. д.

3.2.3. СКЛАДИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Доставленные на строительную площадку материальные элементы складируют на приобъектных складах, предназначенных для их временного хранения — создания производственного запаса.

Различают два основных вида производственного запаса — текущий и страховой. *Текущий* запас составляет материальный ресурс между двумя смежными поставками. В идеальном случае текущий запас должен быть достаточным для обеспечения непрерывного производства работ. Однако, учитывая возможные срывы в поставках материалов и конструкций, создают *страховой* запас, который должен сгладить, компенсировать неравномерность пополнения текущего запаса. Минимальный запас сборных конструкций на складе обычно принимают на 5 дней работы.

Уровень производственного запаса зависит от принятой организации работ — монтаж «с колес» или со склада, отдаленности объекта от центральных баз обеспечения, вида транспорта и других факторов. Наличие склада с чрезмерным запасом конструкций или материалов, с одной стороны, обеспечивает бесперебойное производство работ, а с другой — приводит к «замораживанию» инвестиций в данное строительство, т. е. к его удорожанию. Поэтому генеральный подрядчик обязан находить оптимальные объемы приобъектных складов. Приобъектные склады устраивают закрытыми, полузакрытыми и открытыми.

Закрытые склады служат для хранения дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов — цемента, извести, гипса, фанеры, гвоздей и др. Они могут быть надземными и подземными, одноэтажными и многоэтажными, отапливаемыми и неотапливаемыми.

Навесы — полузакрытые склады возводят для материалов, не изменяющих свои свойства от перемены температуры и влажности воздуха, но требующих защиты от прямого воздействия солнца и атмосферных осадков,— изделий из древесины, асбестоцемента, рубероида, других ограждающих и отделочных материалов.

Открытые склады предназначены для хранения материалов, не требующих защиты от атмосферных воздействий,— кирпича, бетонных и железобетонных элементов, керамических труб и др. Склады, как правило, располагают в зоне действия монтажного крана, обслуживающего объект. Это позволяет использовать его для разгрузки поступающих грузов, в основном, в свободное время или в свободные от монтажа смены. В процессе монтажа для разгрузочных работ целесообразно применять более легкие самоходные краны.

Часть открытого склада, в том числе площадка укрупнительной сборки конструкций, может обслуживаться специальными кранами — самоходными на гусеничном и пневматическом ходу, козловыми, башенными кранами-погрузчиками. Эти механизмы используют для погрузки укрупненных конструкций на транспортные средства для последующей доставки их к местам укладки или монтажа. Обычно на складе тяжелые грузы укладывают ближе к кранам, а легкие — дальше, так как они могут подниматься на большем вылете стрелы крана.

Площадки складирования должны быть ровными, с небольшим уклоном в пределах 2...5% для стока ливневых и талых вод. На плохо дренирующих грунтах рекомендуется кроме

планировки осуществить небольшую подсыпку щебня или песка — 5...10 см. При необходимости осуществляют поверхностное уплотнение. Участки складской площадки, куда материалы (раствор, песок и т. д.) разгружают непосредственно с транспортных средств, следует выполнять в том же конструктивном решении, что и примыкающие подъездные пути.

Для разных конструкций и сборных изделий отводят свои зоны складирования. Их отделяют одну от другой сквозными проходами шириной не менее 1 м. Для различных материалов существуют свои правила складирования.

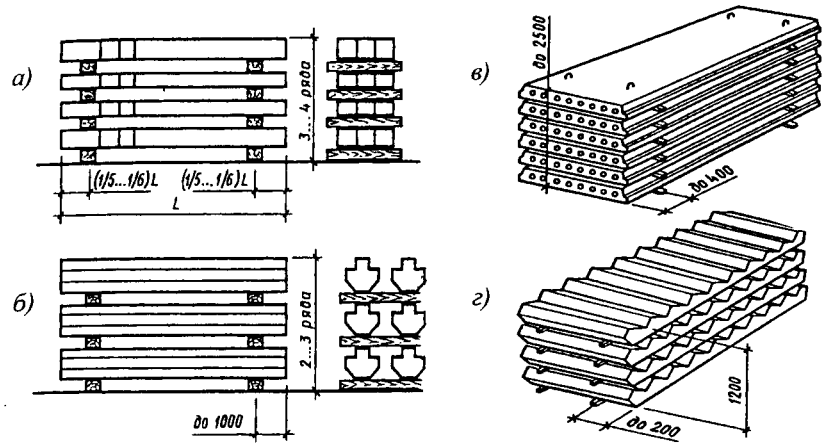
Кирпич складируют по сортам, маркам, цвету лицевой поверхности. Кирпич, доставленный навалом, штабелируют с перевязкой и высотой до 1,6 м, при этом кирпич с несквозными пустотами укладывают пустотами вниз. Кирпич в пакетах или на поддонах может быть уложен на складе в один-два яруса.

Сборный железобетон располагают на инвентарных подкладках и прокладках, места укладки которых должны соответствовать рискам на сборных элементах. При складировании элементов в штабель прокладки между ними укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное, со стороной 6...8 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышележащие сборные элементы не опирались на монтажные петли или выступающие части нижележащих элементов (рис. 3.4).

Способы складирования приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. **Способы складирования элементов**

Элементы	Число рядов, расположение элементов	Высота складирования, м
В штабелях		
Фундаментные блоки и подушки, блоки подвалов	4	До 2,2
Колонны	3...5	—
Ригели, прогоны, перемычки	3...4	До 2,0
Плиты и панели перекрытий	8...10	До 2,5
Крупные стеновые блоки, высотой более 2 м	Вертикально	—
Панели перекрытий размером на комнату	Вертикально, наклонно	—
Лестничные марши	5...6 (ступени вверх)	—
Лестничные площадки	До 4	—
В кассетах		
Стеновые панели, балки, фермы, подкрановые балки	Вертикально в 1 ряд	—



Р и с. 3.4. Складирование сборных конструкций для многоэтажных промышленных зданий:

а — колонны; *б* — ригели; *в* — плиты покрытия; *г* — лестничные марши

Конструкции одноэтажных промышленных зданий при монтаже их самоходными кранами раскладывают в зоне монтажа в один ряд.

Глава 4

РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Перед началом строительства здания или сооружения необходимо выполнить ряд работ по подготовке строительной площадки. Состав работ носит общий характер для гражданского и промышленного строительства, но зависит от местных условий площадки, ее расположения на свободной территории или в пределах городской застройки и времени года. Состав подготовительных работ зависит и от особенностей объекта — новое строительство, расширение, реконструкция и др.

В состав подготовительных работ входят:

- инженерно-геологические изыскания и создание геодезической разбивочной основы;
- расчистка и планировка территории;
- отвод поверхностных и грунтовых вод;
- подготовка площадки к строительству и ее обустройство.

4.1. Инженерно-геологические изыскания и создание геодезической разбивочной основы

Инженерно-геологические изыскания на строительной площадке включают в себя:

- инженерную оценку грунтов и их несущей способности;
- определение уровня грунтовых вод на территории строительной площадки;
- создание опорной геодезической основы;
- разбивку зданий и сооружений на местности.

Инженерную оценку грунтов выполняют заблаговременно, перед началом проектирования объекта. Она представляет собой оценку строительных свойств грунтов — их гранулометрический состав, плотность, влажность, разрыхляемость и т. д. Для этих целей специализированные организации осуществляют отбор образцов посредством глубинного или поверхностного бурения в зависимости от поставленной в техническом задании задачи. На основании этих данных в процессе проектирования принимают необходимые решения по методам подготовки, усиления, целесообразной механизации их разработки, а в некоторых случаях и по конструктивным особенностям возводимого здания.

Определение уровня грунтовых вод позволяет при проектировании производства работ разработать мероприятия по понижению уровня вод в процессе строительства и, если это необходимо, дать предложения по понижению уровня вод на период эксплуатации объекта.

Создание опорной геодезической сети. Геодезическая разбивка строительной площадки и возводимых на ней сооружений является основой геодезического обеспечения производства земляных и всех последующих строительных работ:

- создание опорной геодезической сети, разбивка площадки на квадраты с закреплением вершин реперами, поверочное нивелирование территории;
- разбивка зданий и сооружений на местности, их привязка к опорной геодезической сети или к существующим соседним зданиям;
- устройство обноски вокруг здания, закрепление осей.

Другими словами, на стадии подготовки площадки к строительству должна быть создана геодезическая разбивочная основа, служащая геодезическому обеспечению на всех стадиях строительства и после его завершения и позволяющая элементарно находить необходимые отметки как в плане, так и по вертикали. Исходными материалами для разбивки служат

стройгенплан, рабочие чертежи сооружения и разбивочные чертежи.

Геодезическую разбивочную основу для определения положения объектов строительства в плане и высотных отметок местности для последующих планировочных работ создают в виде:

- строительной сетки продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности основных возводимых зданий и их габариты;
- красных линий застройки, в том числе продольных и поперечных осей, закрепляющих положение на местности и габариты отдельного здания, намеченного к строительству на уже освоенной территории города.

При проектировании строительной сетки и ее положения необходимо обеспечить:

- максимальные удобства для выполнения разбивочных работ;
- расположение основных возводимых зданий и сооружений внутри фигур сетки;
- расположение линии сетки параллельно основным осям возводимых зданий и, по возможности, ближе к ним;
- необходимые линейные измерения по всем сторонам сетки;
- расположение знаков сетки (реперов) в местах, удобных для измерений с видимостью на смежные реперы, а также в местах, обеспечивающих их сохранность и устойчивость.

Геодезическую разбивку земляных сооружений осуществляют по геодезическому плану строительной площадки, составленному в том же масштабе, что и стройгенплан. На плане дают привязку к Государственной триангуляционной сети, а также к существующим зданиям и сооружениям. В соответствии с геодезическим планом определяют положение сооружения на местности, его привязку в горизонтальном и высотном отношениях.

В процессе подготовки к строительству и для перемещения «в натуру» будущих земляных сооружений территорию стройплощадки разбивают на квадраты и прямоугольники, которые подразделяют на основные и дополнительные. Длина сторон основных фигур 100...200 м, а дополнительных — 20...40 м в зависимости от рельефа. Вершины образовавшихся фигур закрепляют реперами. В вершинах квадратов устанавливают колышки по нивелиру, их высота над поверхностью земли должна соответствовать проектной отметке этих реперов. Это необходимо для выполнения в последующем планировочных работ, выявления мест, где нужно будет делать насыпь или выемку грунта.

Разбивка зданий и сооружений на местности. Разбивку котлованов под фундаменты зданий производят по рабочим разбивочным чертежам, где за оси координат принято пересечение взаимно перпендикулярных осей здания.

Вертикальную привязку здания осуществляют к геодезическому реперу Государственной сети. Отметку репера переносят на строительную площадку с помощью нивелира и закрепляют на ближайшем существующем здании или на металлической трубе, прочно закрепленной в грунте.

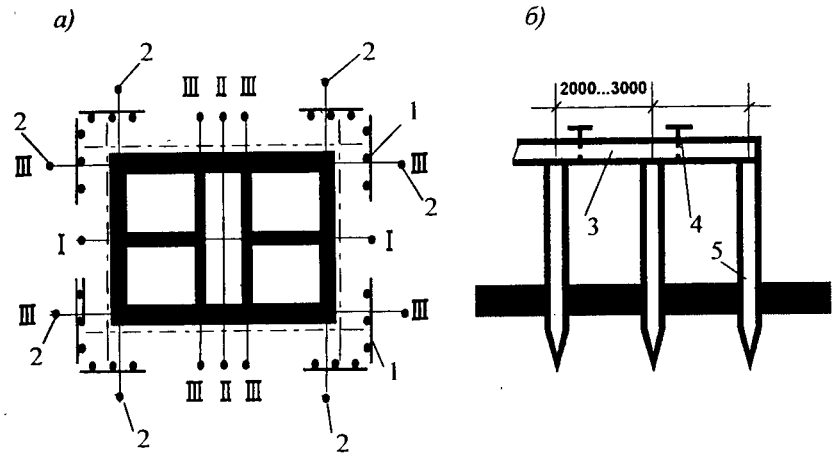
Производство земляных работ на строительной площадке разрешается только после выполнения геодезических работ по разбивке земляных сооружений и установки соответствующих разбивочных знаков. Разбивку производят с помощью геодезических инструментов — теодолитов и нивелиров. Разбивку земляных сооружений на местности или перенесение их размеров с чертежа на строительную площадку, так называемый вынос осей здания в натуру, осуществляет государственная геодезическая служба. Последующие работы по геодезической разбивке элементов возводимого сооружения осуществляет геодезическая служба подрядной организации. Разбивку котлованов и траншей под фундаменты производят одновременно с разбивкой здания или сооружения, перекрестье основных осей здания отмечают колышками.

При переносе проекта «в натуру» выполняют основные и детальные геодезические работы. Основные включают определение и закрепление на местности главных и основных осей здания. Детальные работы обеспечивают закрепление конфигурации, размеров и высотных отметок элементов сооружений.

Главные оси — взаимно перпендикулярные линии, относительно которых здание или сооружение симметрично. Их разбивают для сложных по очертанию и имеющих значительные размеры объектов.

Основные оси определяют контур здания или сооружения в плане. Разбивку котлована перед его отрывкой осуществляют по отвесу с натянутых проволок, отмечая его границы колышками. Разбивку зданий и сооружений проверяют и принимают по акту. В процессе строительства периодически контролируют положения обноски и разбивочных знаков на местности.

Устройство обноски, закрепление осей (рис. 4.1). Для детальной разбивки осей зданий, обозначения контура котлованов и закрепления их на местности служит строительная обноска. Она может быть сплошной по всему периметру здания и прерывной. Прерывная обноска удобнее, так как не затрудняет передвижения строительных машин и транспорта на объекте.



Р и с. 4.1. Устройство обноски и закрепление осей:

а — схема разбивки котлована; *б* — элементы обноски; 1 — обноска из деревянных элементов; 2 — штырь — контрольный знак закрепления оси на местности; 3 — обрезная доска; 4 — гвоздь для закрепления оси на обноске; 5 — стойка обноски

Устанавливается обноска с использованием геодезических инструментов параллельно основным осям, образующим внешний контур здания на расстоянии, обеспечивающем неизменяемость ее положения в процессе строительства.

Обноска представляет собой каркас из столбов, забиваемых в грунт на расстоянии 3 м друг от друга. С внешней стороны к столбам прибивают широкой стороной обрезные доски толщиной 40...50 мм, каждая из которых опирается не менее чем на три столбика. Верхнее ребро всех досок располагают горизонтально, что контролируется с помощью нивелира. Оптимальная высота обноски 0,5...1,2 м. В конструктивном отношении обноска может быть деревянной и металлической. Достоинства металлической обноски: удобна в работе, легко демонтируется и имеет многократную оборачиваемость.

Расстояние от края котлована до обноски должно быть не менее 3...4 м. Это расстояние проверяют расчетом из условия, чтобы при отрывке котлована устойчивость обноски не нарушалась. Обноска окаймляет будущее здание параллельно его сторонам, в ней устраивают разрывы для прохода людей и проезда транспорта.

Все данные с разбивочного чертежа выносят на обноску, в частности, выносят основные оси здания и закрепляют их гвоздями; сами оси, продольные и поперечные, выполняют с

помощью туго натянутой проволоки или шнура, которые закрепляют на этих гвоздях. От осей стен выносят и отмечают гвоздями на тех же обносках бровки будущего котлована. Сами бровки также выносят с помощью проволоки «в натуру».

Пересечение проволок продольного и поперечного направлений осей определяет точки пересечения основных осей здания, которые проверяют отвесом и которые должны совпасть с ранее закрепленными на земле точками, определенными с помощью геодезических инструментов.

На некотором расстоянии от обносок, на которых закреплены основные оси здания, на случай их повреждения и для того, чтобы легко найти знак закрепления оси при производстве работ, обычно устанавливают штыри — контрольные знаки закрепления осевых линий. Обычно это арматурные стержни, забиваемые в грунт на расстоянии 5...10 м от обноски и выступающие над поверхностью земли на 2...6 см.

Для линейно-протяженных сооружений устраивают только поперечные обноски, которые располагаются на горизонтальных участках через 50 м, а на закругленных участках предполагаемого сооружения через 20 м.

Обноску сохраняют только на период возведения подземной части, после чего разбивочные оси переносят непосредственно на строящееся здание. В современных условиях при наличии лазерных геодезических приборов обноску можно устанавливать значительно реже, а оси изображать (фиксировать) на временных зданиях и сооружениях строительной площадки (инвентарных помещениях, заборе и т. д.).

4.2. Расчистка и планировка территории

В комплекс работ по расчистке территории включают:

- пересадку или защиту зеленых насаждений;
- расчистку площадки от ненужных деревьев, кустарника, корчевку пней;
- снятие плодородного слоя почвы;
- снос или разборку ненужных строений;
- отсоединение или перенос с площадки существующих инженерных сетей;
- первоначальную планировку строительной площадки.

При подготовке территории строительной площадки нередко возникает необходимость переноса линий связи и электропередач, подземных коммуникаций и других сооружений, мешающих производству работ. Такой перенос первоначально

согласовывают и включают в проектную документацию, сам процесс переноса осуществляют по согласованию и под наблюдением соответствующих организаций.

Пересадка зеленых насаждений. Законодательство об охране окружающей среды требует от строителей бережного отношения к природе, сохранения древесной растительности. Ценные деревья и кустарники, мешающие строительным работам, выкапывают и пересаживают на новое место или в охранную зону на территории строительной площадки.

Зеленые насаждения, не подлежащие вырубке или пересадке, обносят оградой, а стволы отдельно стоящих деревьев предохраняют от возможных повреждений отходами пиломатериалов.

Расчистку от ненужных деревьев осуществляют с помощью механических или электрических пил, тракторами. Трактора с трелевочно-корчевальными лебедками или бульдозеры с высоко поднятыми отвалами валят деревья с корнями и корчуют пни. Для корчевки отдельных пней диаметром до 50 см применяют те же трактора с лебедками, бульдозеры, специальные корчеватели-собиратели. Для корчевки пней с сильно развитой корневой системой или находящихся в мерзлых грунтах допустимо применять взрывной способ.

Кусторезом, являющимся навесным и сменным оборудованием на гусеничном тракторе, расчищают территорию от кустарника. Кусторез имеет раму с отвалами и ножи, с помощью которых срезают кусты и мелкий лес диаметром не более 20 см на уровне земли. Для этой же операции применяют бульдозеры с зубьями-рыхлителями на отвале и корчеватели-собиратели.

Сразу после уборки территории от пней и стволов деревьев выбирают обрывки корней из растительного слоя параллельными проходками корчевателей. Изъятые корни и остатки от деревьев удаляют с расчищенной территории для последующего сжигания или вывоза.

Со строительной площадки должны быть убраны валуны. Мелкие валуны загружают в транспортные средства, если они умещаются в ковш экскаватора, более крупные перемещают бульдозерами за пределы зоны работ. Валуны могут быть раздроблены на месте взрывным способом с помощью наружных или шпуровых зарядов.

Плодородный слой почвы, подлежащий снятию с застраиваемых площадей, срезают и перемещают бульдозерами или автогрейдерами в специально выделенные места, где складируют для последующего использования. Иногда его отвозят на другие площадки для озеленения. При работе с плодородным

слоем следует предохранять его от смешивания с нижележащим слоем, загрязнения, размыва и выветривания. В зимних условиях допустимо снимать природный слой лишь при наличии соответствующего обоснования в проекте.

Снос зданий, сооружений и их фундаментов выполняют путем членения на части (для последующего демонтажа) или обрушением. Деревянные строения разбирают, отбраковывая элементы для последующего использования.

Сборные железобетонные строения разбирают по схеме сноса, обратной схеме монтажа. Перед началом демонтажа элемент освобождают от связей. При разборке каждый отделяемый сборный элемент должен предварительно раскрепляться и занимать устойчивое положение. Сборные элементы, не поддающиеся поэлементному разделению, расчленяют как монолитные.

Монолитные и металлические строения разбирают по специально разработанной схеме сноса, обеспечивающей устойчивость строения в целом. Членение на блоки разборки начинают со вскрытия арматуры. Затем блок закрепляют, после чего режут арматуру и расчленяют блок с помощью отбойных молотков или других средств или механизмов. Металлические элементы срезают после раскрепления. Наибольшая масса железобетонного блока разборки или металлического элемента не должна превышать половины грузоподъемности крана при наибольшем вылете стрелы.

Снос зданий и сооружений, в том числе всех каменных, осуществляют обрушением экскаваторами с различным навесным оборудованием — шар-молотами, клин-бабами, отбойными молотками. Обломки зданий сдвигают в сторону бульдозерами или загружают в транспортные средства. Вертикальные части строений для предотвращения разброса обломков по площади следует обрушать внутрь разбираемого строения. Иногда обрушение осуществляют также и взрывным способом.

Отсоединение или перенос с площадки существующих инженерных сетей является важным и обязательным элементом подготовки строительной площадки. В отдельных случаях на подготавливаемой строительной площадке могут быть расположены не только локальные, но и магистральные сети электроснабжения, водопровода, фекальной и ливневой канализации, газопровода, теплосети, телефонизации и телевидения. В этих случаях до начала строительства вышеназванные сети должны быть вынесены с территории застройки и проложены за пределами площадки, чтобы обеспечить бесперебойное функционирование магистральных сетей.

Первоначальная планировка строительной площадки осуществляется после выполнения всех рассмотренных ранее подготовительных работ и предшествует работам по подготовке и освоению площадки под котлованом.

4.3. Отвод поверхностных и грунтовых вод

Работы данного цикла включают:

- устройство нагорных и водоотводных канав, обваловывание;
- открытый и закрытый дренажи;
- планировку поверхности складских и монтажных площадок.

Поверхностные воды образуются из атмосферных осадков (ливневые и талые воды). Различают «чужие» поверхностные воды, поступающие с повышенных соседних участков, и «свои», образующиеся непосредственно на строительной площадке.

Территория строительства должна быть защищена от поступления «чужих» поверхностных вод, для чего их перехватывают и отводят за пределы площадки. Для перехвата вод устраивают **нагорные и водоотводные канавы** или **обваловывание** вдоль границ строительной площадки в повышенной ее части. Водоотводные канавы должны обеспечивать пропуск ливневых и талых вод в пониженные точки местности за пределами строительной площадки. В зависимости от планируемого дебита воды, водоотводные канавы устраивают глубиной не менее 0,5 м, шириной 0,5...0,6 м, с высотой бровки над расчетным уровнем воды не менее 0,1...0,2 м. Для предохранения лотка канавы от размыва скорость движения воды не должна превышать для песка 0,5...0,6 м/с, для суглинка — 1,2...1,4 м/с. Канаву устраивают на расстоянии не менее 5 м от постоянной выемки и 3 м — от временной. Для предохранения от возможного заиливания продольный профиль водоотводных канав делают не менее 0,002. Стенки и дно канавы защищают дерном, камнями, фашинами.

«Свои» поверхностные воды отводят, придавая соответствующий уклон при вертикальной планировке площадки и устраивая сети открытого или закрытого водостока, а также с помощью принудительного сброса через водоотводные трубопроводы посредством электрических насосов.

При сильном обводнении площадки грунтовыми водами с высоким уровнем горизонта, осушение осуществляют дренажными системами, которые бывают открытого и закрытого ти-

пов. Дренажные системы предназначены для улучшения общесанитарных и строительных условий и предусматривают понижение уровня грунтовых вод.

Открытый дренаж применяют в грунтах с малым коэффициентом фильтрации при необходимости понижения уровня грунтовых вод на небольшую глубину — около 0,3...0,4 м. Дренаж устраивают в виде канав глубиной 0,5...0,7 м, на дно которых укладывают слой крупнозернистого песка, гравия или щебня толщиной 10...15 см.

Закрытый дренаж — это обычно траншеи глубокого заложения с устройством колодцев для ревизии системы и с уклоном в сторону сброса воды, заполняемые дренируемым материалом (щебень, гравий, крупный песок). Поверху дренажную канаву закрывают местным грунтом.

При устройстве более эффективных дренажей на дно такой траншеи укладывают перфорированные в боковых поверхностях трубы — керамические, бетонные, асбестоцементные диаметром 125...300 мм, иногда просто лотки. Зазоры труб не заделывают, трубы сверху засыпают хорошо дренирующим материалом. Глубина дренажных канав 1,5...2,0 м и ширина поверху 0,8...1,0 м. Снизу под трубой часто укладывают щебеночное основание толщиной до 0,3 м. Рекомендуемое распределение слоев грунта:

1) дренажная труба, укладываемая в слой гравия;
2) слой крупнозернистого песка;
3) слой средне- или мелкозернистого песка. Толщина всех слоев не менее 40 см;
4) слой местного грунта толщиной до 30 см.

Такие дренажи собирают воду из прилегающих слоев грунта и отводят ее лучше, так как скорость движения воды в трубах выше, чем в дренирующем материале. Закрытые дренажи должны быть заложены ниже уровня промерзания грунта и иметь продольный уклон не менее 0,005%. Устройство дренажа необходимо выполнить до начала возведения зданий и сооружений.

Для трубчатых дренажей в последние годы широко используют трубофильтры из пористого бетона и керамзитостекла. Применение трубофильтров значительно снижает трудозатраты и стоимость работ. Они представляют собой трубы диаметром 100 и 150 мм с большим количеством сквозных отверстий (пор) в стенке, по которым вода просачивается внутрь трубопровода и отводится. Конструкция труб позволяет осуществлять их машинную укладку по предварительно разровненному основанию.

4.4. Подготовка площадки к строительству и ее обустройство

Подготовка и обустройство строительной площадки включают:

- сооружение временных дорог и подъездов к строительной площадке;
- прокладку временных коммуникаций;
- устройство площадок для стоянки строительных машин;
- ограждение строительной площадки;
- подготовку временных бытовых помещений.

Инженерное обеспечение строительной площадки предусматривает устройство временных дорог. Для транспортирования грузов со строительной площадки и на нее нужно максимально использовать существующую дорожную сеть и только по необходимости предусматривать устройство временных дорог, которые следует устраивать для двустороннего движения; однополосные дороги допускаются при организации кольцевого движения. Ширина проезжей части землевозной дороги при двустороннем движении транспорта должна быть 6 м, при одностороннем — 3,5 м, ширина обочин должна быть не менее 1 м. В стесненных условиях строительной площадки ширина обочины может быть уменьшена до 0,5 м. Обочины не предусматривают на дорогах без покрытия.

Минимальный радиус дорог на строительных площадках допускается 15 м, а наибольший уклон — 0,08%. При прокладке дорог в выемке необходимо устраивать кюветы для обеспечения стока вод с уклоном не менее 0,003%.

В подготовительный период прокладывают сети временных коммуникаций. Сюда входят линии временного водоснабжения, включая противопожарный водопровод, теплоснабжения, электроснабжения с подводкой электроэнергии ко всем бытовкам, другим помещениям и зданиям, местам установки электромеханизмов. Прорабская должна быть обеспечена телефонной и диспетчерской связью. В случае невозможности подключения к магистральным канализационным сетям устраивают септик (подземный отстойник).

Оборудуют площадку для стоянки и ремонта землеройных и других машин и автомобилей, которую обязательно ограждают и обозначают соответствующими знаками и надписями.

Строительную площадку оборудуют временными зданиями: раздевалками-бытовками, столовой, душевыми, конторой производителя работ, санузлами, складами для хранения строительных материалов и инструмента, навесами и т. д. Площадка под

временными зданиями предварительно планируется для обеспечения стока поверхностных вод. Под эти времянки целесообразно использовать часть сносимых зданий, если они не попадают в габариты возводимого сооружения и не будут мешать нормальному осуществлению строительных работ, а также инвентарные здания вагонного, блочного и контейнерного типов.

Глава 5

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Современное индустриальное строительство требует надежного геодезического обеспечения. Многоэтажные сборные и монолитные здания характеризуются повышенными требованиями к точности возведения конструкций. Несоблюдение установленных допусков отклонений и накопление погрешностей затрудняют производство работ, могут привести к снижению несущей способности и устойчивости отдельных элементов и здания в целом.

Основой точности возведения здания является *комплекс геодезических разбивочных работ*, часть из которых относится к работам подготовительного периода, а часть — осуществляется непосредственно во время возведения здания. В него входят:

- создание разбивочного геодезического плана с закреплением осей на здании с возможностью переноса этих осей на этажи;
- перенос по вертикали основных разбивочных осей на перекрытие каждого этажа, т. е. на новый монтажный горизонт;
- разбивка на перекрытии каждого монтируемого этажа промежуточных и вспомогательных осей;
- разметка необходимых по условиям монтажа элементов установочных рисок;
- определение монтажного горизонта на этажах;
- составление поэтажной исполнительной схемы.

Обязательным является систематический контроль за осадками фундаментов и деформациями каркаса здания.

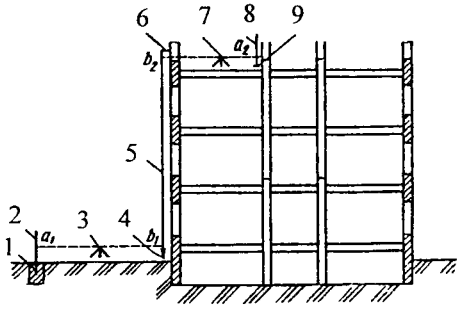
До начала возведения надземной части здания размечают оси на цоколе и перекрытии над подвалом. Каждую главную ось переносят на здание следующим образом. Теодолит устанавливают над знаком закрепления оси — штырем на земле вне обноски здания, ориентируют вдоль створа оси на аналогичный знак, расположенный с другой стороны возводимого

здания, затем наводят на цокольную панель здания и отмечают на ней створ оси. Подобным образом переносят все главные оси. Необходимые отметки осей наносят обычно краской на цоколь здания и на перекрытие, на котором отмечают дополнительно и места взаимного пересечения этих осей. Каждую ось переносят на здание дважды, из двух закрепленных на местности осевых точек. Проектные и фактические расстояния и углы между осями не должны отличаться друг от друга больше, чем регламентировано СНиПом. Расхождение между двумя продольными осями может быть ±3 мм, между смежными поперечными осями — ±1 мм.

В зависимости от условий строительной площадки и конструктивных особенностей здания передачу основных осей с исходного горизонта на монтируемый этаж осуществляют методом наклонного или вертикального проецирования. При наклонном проецировании теодолит устанавливают на линии переносимой основной или вспомогательной оси. Наводят его на риску, закрепляющую положение оси на цоколе здания. Для проецирования переносимой оси на перекрытие в створе ее устанавливают визирную цель (чаще — треногу с отвесом), положение оси переносят на перекрытие и отмечают риской (рис. 5.1).

Метод вертикального проецирования применяют в зданиях повышенной этажности (более 16 этажей) или в стесненных условиях строительства. Используют специальные приборы вертикального проецирования. Опорные точки для переноса осей на этажи располагают не на осях рядов колонн или панелей, а на параллельно смещенных продольных и поперечных линиях.

Число переносимых основных осей зависит от конструктивных особенностей здания. Для крупнопанельных зданий переносят поперечные оси по границе захваток и одну крайнюю продольную ось. В каркасных зданиях выносят все продольные и поперечные оси.



Р и с. 5.1. Схема переноса отметки на монтажный горизонт:

1 — строительный репер; 2, 8 — рейки; 3, 7 — нивелиры; 4 — дополнительный пригруз рулетки; 5 — рулетка; 6 — кронштейн; 9 — рабочий репер; *a* и *b* — отсчеты по нивелирам

Монтажный горизонт на каждом этаже определяют с помощью нивелира. В каркасных зданиях нивелируют опорные поверхности оголовков колонн, консоли для укладки подкрановых балок, в крупнопанельных и монолитных зданиях — поверхность панелей и плит перекрытий в местах установки панелей наружных и внутренних стен; за монтажный горизонт принимают отметку наивысшей точки. Уровень монтажного горизонта подготавливают путем устройства маяков.

Монтажный горизонт определяют следующим образом. После разметки мест установки панелей (колонн, блоков) мелом или цветным карандашом намечают места расположения маяков (для колонн — места установки нивелирной рейки). Затем нивелир устанавливают вне пределов захватки и последовательно нивелируют места, отмеченные для маяков, и записывают отсчеты по рейке. Исходя из наивысшей найденной точки и минимально допустимой толщины монтажного шва, определяют фактическую отметку уровня монтажного горизонта.

Для зданий протяженностью менее 100 м устанавливают один монтажный горизонт, при большей протяженности единый горизонт принимают на участке между деформационными швами.

Геодезический контроль вертикальности стеновых панелей и блоков, колонн высотой до 5 м, подкрановых балок и стропильных ферм осуществляют рейкой-отвесом. Контроль по вертикали более высоких колонн осуществляют двумя теодолитами во взаимно перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны. Установку низа колонн осуществляют по рискам разбивочных осей или относительно осей нижележащих колонн. После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ригелей, балок и ферм. По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки плоскостей, на которых должны располагаться ригели, фермы и балки. Проще нивелирование выполнять следующим образом. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от ее верха или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование можно осуществлять по этому нижнему горизонту.

На каждом этапе монтажных работ выполняют геодезическую исполнительную схему, которая документально фиксирует положение смонтированных конструкций относительно разбивочных осей. Это позволяет учитывать накопление погрешностей и проводить корректировку положения конструкций при монтаже вышележащих этажей.

Для геодезических работ применяют широкий диапазон приборов — лазеры-теодолиты, лазеры-нивелиры, приборы вертикального проецирования, дальномеры. Принцип применения лазерных систем для выполнения разбивочных работ при монтаже многоэтажных зданий заключается в размещении на уровне цокольного этажа специального отражателя и целого ряда подобных отражателей по пути направляемого движения лазерного луча, а параллельно продольной оси здания — лазерный теодолит. Лазерный луч попадает на нижний отражатель, от него под прямым углом переходит на верхний отражатель, затем направляется в приемную аппаратуру, установленную на монтируемых элементах, например колоннах. Колонны могут оснащаться специальными отражателями, которые позволят по отклонению луча контролировать точность установки элементов.

Использование лазерной техники существенно упрощает контроль качества монтажных работ. Точность проецирования лазерным лучом не зависит от расстояния и позволяет получать более точные результаты по сравнению с существующими геодезическими приборами.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Огромное многообразие возводимых зданий и сооружений, самые разнообразные, встречаемые в практике строительства грунтовые условия, наличие подземных вод, сосредоточенные и распределенные нагрузки, действующие на фундаменты и грунтовое основание, предопределяют такое же разнообразие подземных сооружений.

Объем настоящей работы позволяет рассмотреть только специфику производства работ для зданий с фундаментами стаканного типа и сплошными ленточными фундаментами из крупных блоков. В связи с широким внедрением в практику строительства метода работ «стена в грунте» в сжатой форме рассмотрена специфика этого метода возведения подземных сооружений.

Глава 6

ТЕХНОЛОГИЯ «СТЕНА В ГРУНТЕ» ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Подземные сооружения в зависимости от гидрогеологических условий и глубины заложения осуществляют разными способами, основные из которых — открытый, «стена в грунте» и способ опускного колодца.

Сущность технологии «стена в грунте» заключается в том, что в грунте устраивают выемки и траншеи различной конфигурации в плане, в которых возводят ограждающие конструкции подземного сооружения из монолитного или сборного железобетона, затем под защитой этих конструкций разрабатывают внутреннее грунтовое ядро, устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции.

В отечественной практике применяют несколько разновидностей метода «стена в грунте»:

• *свайный*, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;

• *траншейный*, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

Технология перспективна при возведении подземных сооружений в условиях городской застройки вблизи существующих зданий, при реконструкции предприятий, в гидротехническом строительстве.

С использованием технологии «стена в грунте» можно сооружать:

• противофильтрационные завесы;

• туннели мелкого заложения для метро;

• подземные гаражи, переходы и развязки на автомобильных дорогах;

• емкости для хранения жидкости и отстойники;

• фундаменты жилых и промышленных зданий.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два вида возведения стен — сухой и мокрый.

Сухой способ, при котором не требуется глинистый раствор, применяется при возведении стен в маловлажных устойчивых грунтах.

Свайные стены могут возводиться как сухим, так и мокрым способом, при этом последовательно бурят скважины и бетонируют в них сваи.

Мокрым способом возводят стены подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах, обычно требующих закрепления стенок траншей от обрушения грунта в процессе его разработки и при укладке бетонной смеси. При этом способе в процессе работы землеройных машин устойчивости стенок выемок и траншей достигают заполнением их глинистыми растворами (суспензиями) с тиксотропными свойствами. Тиксотропность — важное технологическое свойство дисперсной системы восстанавливать исходную структуру, разрушенную механическим воздействием. Для глинистого раствора это способность загустевать в состоянии покоя и предохранять стенки траншей от обрушения, но и разжижаться от колебательных воздействий.

В выемках, отрытых до необходимых глубины и ширины под глинистым раствором, этот раствор постепенно замещают, используя в качестве несущих или ограждающих конструкций монолитный бетон, сборные элементы, различного рода смеси глины с цементом или другими материалами.

Наилучшими тиксотропными свойствами обладают бентонитовые глины. Сущность действия глинистого раствора заключается в том, что создается гидростатическое давление на стенки траншеи, препятствующее их обрушению, кроме этого на

стенках образуется практически водонепроницаемая пленка из глины толщиной 2...5 мм. Глинизация стенок выемок позволяет отказаться от таких вспомогательных и трудоемких работ, как забивка шпунта, водопонижение и замораживание грунта.

При отрывке траншей используют оборудование циклического и непрерывного действия; обычно ширина траншей составляет 500...1000 мм, но может доходить до 1500...2000 мм.

Для разработки траншей под защитой глинистого раствора применяют землеройные машины общего назначения — грейферы, драглайны и обратные лопаты, буровые установки вращательного и ударного бурения и специальные ковшовые, фрезерные и струговые установки.

Буровое оборудование позволяет устраивать «стену в грунте» в любых грунтовых условиях при заглублении до 100 м.

Нецелесообразно применять метод «стена в грунте» в следующих случаях:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;
- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т. д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Наиболее проста технология работ при устройстве противофильтрационных завес, которые обычно выполняют из монолитного бетона, тяжелых, ломовых и твердых глин. Назначение завес — предохранение плотин от проникновения воды за тело плотины.

Противофильтрационная завеса может быть применена при отрывке котлованов для предохранения их от затопления подземными водами. Отпадает потребность в замораживании грунта или понижении уровня грунтовых вод иглофильтровыми понизительными установками. Завеса действует постоянно, в то время как остальные методы используются только на период производства работ, хотя грунтовые воды могут быть очень агрессивными.

Работы по отрывке траншей, как и производство последующих работ, в случае близкого расположения фундаментов существующих зданий выполняют отдельными захватками, обычно через одну, т. е. первая, третья, вторая, пятая, четвертая и т. д.

Длину захватки бетонирования назначают от 3 до 6 м и определяют по следующим критериям:

- условиям обеспечения устойчивости траншеи;
- принятой интенсивности бетонирования;

- типу машин, разрабатывающих траншею;
- конструкции и назначению «стены в грунте».

Последовательность работ при устройстве монолитных конструкций по способу «стена в грунте» (рис. 6.1):

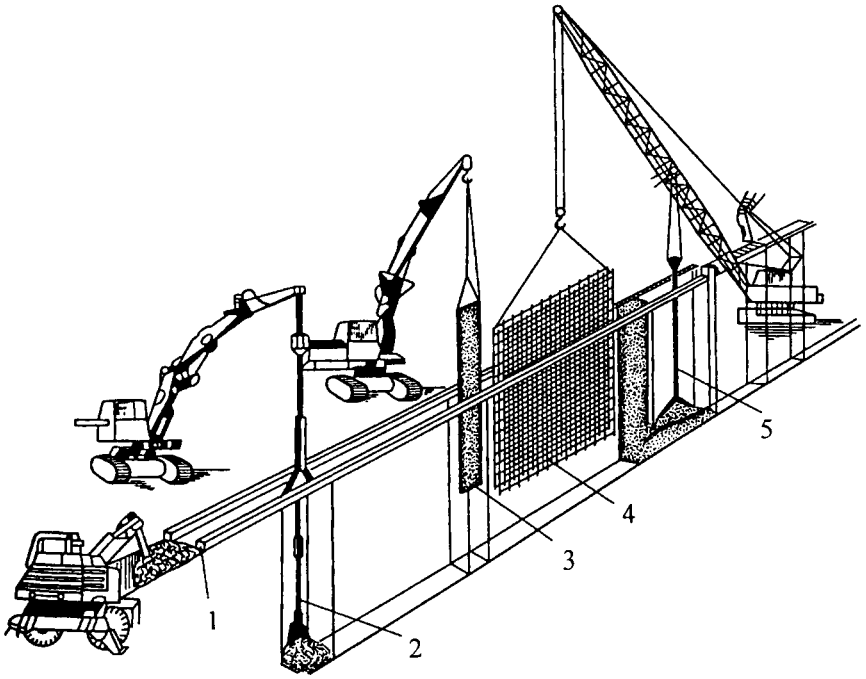
1) забуривание торцевых скважин на захватке;

2) разработка траншеи участками или последовательно на всю длину при постоянном заполнении открытой полости бентонитовым раствором, с ограничителями, разделяющими траншею на отдельные захватки;

3) монтаж на полностью отрытой захватке арматурных каркасов и опускание на дно траншеи бетонолитных труб;

4) укладка бетонной смеси методом *вертикально перемещаемой трубы* с вытеснением глинистого раствора в запасную емкость или на соседний, разрабатываемый участок траншеи.

Арматура «стены в грунте» представляет собой пространственный каркас из стали периодического профиля, который должен быть уже траншеи на 10...12 см. Перед опусканием ар-



Р и с. 6.1. Технологическая схема устройства «стены в грунте»:

1 — устройство форшахты (укрепление верха траншеи); 2 — рытье траншеи на длину захватки; 3 — установка ограничителей (перемычек между захватками); 4 — монтаж арматурных каркасов; 5 — бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы

матурных каркасов в траншею стержни целесообразно смачивать водой для уменьшения толщины налипаемой глинистой пленки и увеличения сцепления арматуры с бетоном.

Бетонирование осуществляют методом вертикально перемещаемой трубы с непрерывной укладкой бетонной смеси и равномерным заполнением ею всей захватки снизу вверх.

Бетонолитные трубы — металлические трубы диаметром 250...300 мм, толщина стенок 8...10 мм, горловина — на объем трубы, съемный клапан ниже горловины, пыжи из мешковины.

Ограничители размеров захватки:

- при глубине траншеи до 15 м применяют трубы диаметром, меньшим ширины траншеи на 30...50 мм; их извлекают через 3...5 ч после окончания бетонирования на захватке, и образовавшаяся полость сразу заполняется бетонной смесью;
- при глубине траншеи до 30 м устанавливают ограничитель в виде стального листа, который приваривают к арматурному каркасу. При необходимости лист усиливается приваркой швеллеров.

При длине захватки более 3 м бетонирование обычно осуществляют через две бетонолитные трубы одновременно. Для повышения пластичности бетона и его удобоукладываемости применяют пластифицирующие добавки — спиртовую барду, суперпластификаторы.

Перерывы в бетонировании — до 1,5 ч летом и до 30 мин — зимой.

Бетонную смесь укладывают до уровня, превышающего высоту конструкции на 10...15 см для последующего удаления слоя бетона, загрязненного глинистыми частицами. При использовании виброуплотнения вибраторы укрепляют на нижнем конце бетонолитной трубы. При трубах длиной до 20 м применяют один вибратор, длиной до 50 м — два вибратора.

Трубы на границе захваток обязательно извлекают. Раннее извлечение приводит к разрушению кромок образовавшейся сферической оболочки, что нежелательно, а позднее приводит к защемлению трубы между бетоном и землей, и требуются значительные усилия для ее извлечения. Поэтому часто вместо труб ставят неизвлекаемые перемычки из листового железа, швеллеров или двутавров, обязательно привариваемых к арматурным каркасам сооружения.

Иногда для предохранения устья траншеи от разрушения и осыпания устраивают из сборных элементов или металла *форшахты* — оголовки траншей глубиной до 1 м для усиления верхних слоев грунта, или это траншея с укрепленными на глубину до 1 м верхними частями стенок.

Недостатки технологии «стена в грунте»: ухудшается сцепление арматуры с бетоном, так как на поверхность арматуры налипают частицы глинистого раствора; много сложностей возникает при ведении работ в зимнее время, поэтому, когда позволяют условия, используют сборный и сборно-монолитные варианты.

Применение сборного железобетона позволяет:

- повысить индустриальность производства работ;
- применять конструкции рациональной формы: пустотные, тавровые и двутавровые;
- иметь гарантии качества возведенного сооружения.

Недостатки сборного железобетона: требуется специальная технологическая оснастка для изготовления изделий, каждый раз индивидуального сечения и длины; сложность транспортирования изделий на строительную площадку; требуются мощные монтажные краны; стоимость сборного железобетона значительно выше, чем монолитного.

Вертикальные зазоры между сборными элементами заполняются цементным раствором при сухом способе производства работ. При мокром способе наружную пазуху траншеи заполняют цементно-песчаным раствором, а внутреннюю — песчано-гравийной смесью. Наружное заполнение в дальнейшем будет служить в качестве гидроизоляции.

Применяют два варианта сборно-монолитного решения:

нижняя часть сооружения до определенного уровня состоит из монолитного бетона, вышележащие конструкции — из сборных элементов;

сборные элементы применяют в виде опалубки-облицовки, которую устанавливают к внутренней поверхности траншеи, наружная полость заполняется монолитным бетоном.

При строительстве туннелей и замкнутых в плане сооружений после устройства наружных стен грунт извлекается из внутренней части сооружения и его отвозят в отвал, днище бетонируют или устраивают фундаменты под внутренние конструкции сооружения.

Глава 7

РАБОТЫ НУЛЕВОГО ЦИКЛА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

В процессе освоения строительной площадки предварительно должны быть выполнены работы по ее вертикальной планировке, устроены временные дороги или монолитное железобетонное основание под постоянные дороги, смонтирована трансформаторная подстанция.

В состав работ нулевого цикла входят:

- отрывка котлована с зачисткой основания под фундаменты;
- водоотвод и водопонижение;
- подготовительные работы к монтажу подземной части здания — устройство усиленного основания под самоходный кран;
- разбивка осей фундаментов в вырытом котловане;
- монтаж подземной части здания, включая фундаменты, фундаментные балки, стены подвалов;
- прокладка подземных коммуникаций водопровода, канализации, газопровода, теплосети, водостока, дренажа, телефонной канализации, электрокабелей;
- устройство бетонной подготовки под полы;
- монтаж перекрытия над подземной частью здания;
- гидроизоляция фундаментов и стен подвала;
- обратная засыпка пазух с уплотнением;
- подготовительные работы к монтажу надземной части здания — укладка подкрановых путей на усиленное основание и монтаж башенного крана.

Работы нулевого цикла базируются на технологиях переработки грунта и устройства земляных сооружений различных типов, форм и расположения по отношению к дневной поверхности. В данном учебнике эти технологии не рассматриваются подробно, так как они занимают значительный объем в предыдущем курсе «Технология строительных процессов».

Работы нулевого цикла считаются завершенными после возведения подземной части здания со всеми необходимыми вводами в него, обеспечивающими без дальнейших разрытий строительство надземной части здания и ввод его в эксплуатацию. Стоимость работ нулевого цикла в среднем составляет до 20% общей стоимости строительства, а трудозатраты — до 30% общих трудозатрат.

7.1. Отрывка котлована и подготовка основания

Отрывку котлована осуществляют экскаваторами разных типов, с устройством пандусов и без них. При возможных значительных нагрузках на основание применяют вытрамбовывание котлованов, когда на грунт сбрасывается трамбовка массой до 15 т с высоты 4...8 м.

Недокопка котлована обычно составляет 15...30 см. Этот слой грунта можно снять бульдозером, стругом, планировщиком или вручную.

Подготовка основания. Монтаж фундаментов начинают только после приемки подготовленного основания, а именно:

1. Земляное основание выравнивают путем зачистки при песчаных грунтах или подсыпки песка, если фундаменты сооружают на других грунтах. Толщина песчаной подсыпки должна быть не менее 5 и не более 15 см. Применяется крупный песок без примесей ила или пылеватых частиц. Подсыпку осуществляют и за пределы будущих фундаментов: не менее 10 см с каждой стороны.
2. Сильно ослабленный грунтовыми водами или атмосферными осадками грунт уплотняют щебнем или гравием слоем толщиной 5...8 см, утрамбовывают, сверху устраивают основание из тощего бетона толщиной не менее 3 см.
3. Водонасыщенное основание в связи с высоким уровнем грунтовых вод уплотняют щебнем или гравием слоем толщиной 8...10 см, на который после проливки гудроном (остаток после отгонки из нефти топливных и масляных фракций) укладывают асфальтобетонную смесь слоем толщиной 2...5 см. Сверху устраивают основание в виде железобетонной фундаментной плиты.

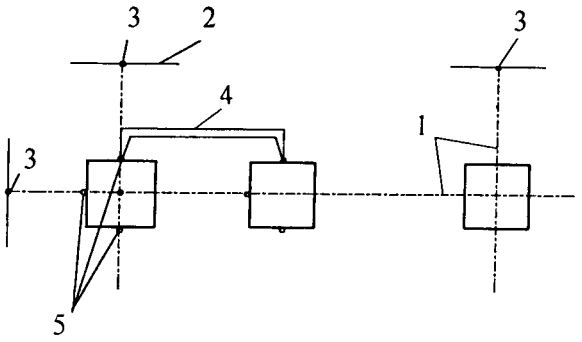
Песчаная или бетонная подготовка будут обеспечивать равномерную передачу нагрузки от сооружения на земляное основание.

7.2. Монтаж подземной части здания

Фундаменты стаканного типа. После подготовки основания размечают оси фундаментов, которые выносят на обноску с последующей разметкой осей на месте установки фундаментов. Для этого на обноске натягивают осевые струны и с помощью отвесов переносят точки их пересечения на дно котлованов и траншей (рис. 7.1).

Во всех каркасных зданиях фундаменты стаканного типа имеют отрицательную отметку верхнего обреза –0,15 м, что позволяет в удобное время устраивать бетонную подготовку под полы, а значит в полном объеме завершать работы нулевого цикла.

Проверяют уровень дна стаканов фундаментов, расположенных в зоне установки. При необходимости делают углубление в земляном или песчаном основании. В этом месте подсыпку делают тоньше, утоняется бетонное покрытие. От точек пересечения осей фундаментов рулеткой или шаблоном размечают положение боковых граней каждого стакана. Это поло-

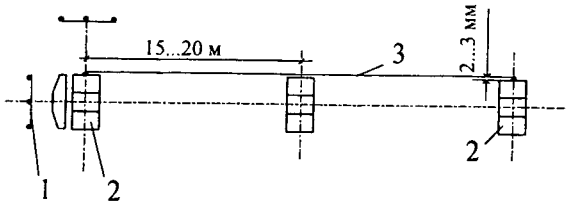


Р и с. 7.1. Разметка положения фундаментов стаканного типа:
1 — главные оси здания; 2 — обноска; 3 — гвозди, показывающие положение осей; 4 — шаблон; 5 — колышки, штыри

жение закрепляют тремя колышками или металлическими штырями, забитыми в грунт.

Фундаменты ленточного типа — блоки-подушки. Сборные ленточные фундаменты состоят из блоков двух типов, блоков-подушек, укладываемых в основание фундаментов и стеновых блоков, которые являются стенами подземной части зданий.

При монтаже ленточных подушек предварительно от точки пересечения осей метром отмеряют проектное положение наружной грани фундаментной ленты и забивают два металлических штыря так, чтобы натянутая между ними проволочная причалка была расположена в 2...3 мм за линией ленты фундаментов (рис. 7.2). Если в проекте нет других указаний, то при песчаных грунтах фундаментные блоки укладывают непосредственно на выровненное основание, при других грунтах — на песчаную подушку толщиной 10 см. Под подошвой фундамента нельзя оставлять насыпной или разрыхленный грунт. Его удаляют и вместо него насыпают щебень или песок. Углубления в основании более 10 см обычно заполняют бетонной смесью.



Р и с. 7.2. Разметка положения фундаментных подушек:
1 — обноска; 2 — торцевые фундаментные подушки; 3 — причалка

Отметку основания проверяют нивелированием. Ленточные фундаменты начинают монтировать с маячных блоков по углам и в местах пересечения стен. После этого шнур-причалку поднимают до уровня верхнего наружного ребра блоков и по нему располагают все промежуточные блоки.

Боковые пазухи и разрывы между блоками-подушками до 10...15 см в процессе монтажа заполняют песком и уплотняют. Излишки грунта срезают заподлицо с поверхностью блоков. В местах сопряжения продольных и поперечных стен блоки-подушки укладывают впритык, места сопряжения между ними заделывают бетонной смесью. После установки маячных подушек причалку поднимают до уровня верхнего ребра подушек.

При обычных грунтах по фундаментным подушкам устраивают горизонтальную гидроизоляцию, по ней сверху цементную стяжку толщиной 30 мм. При слабых грунтах и возможности неравномерной осадки фундаментов по верху фундаментных подушек в цементно-песчаную стяжку укладывают арматурную сетку, что приводит к более равномерному распределению нагрузки от вышележащих блоков и конструкций. Диаметр стержней сетки принимают по проекту, но не менее 5 мм. По завершении устройства цементной стяжки целесообразно засыпать котлован до верха смонтированных фундаментных подушек.

В качестве подосновы фундамента служит бетонная подготовка, выполненная по утрамбованному щебню или, в некоторых случаях, плита основания. Вертикальная опалубка выставляется по направлениям, заданным геодезической разбивкой.

Монтаж блоков стен подвала. Раскладку фундаментных подушек и блоков стен подвала осуществляют в соответствии с технологической картой, по приведенной в ней схеме раскладки блоков, учитывающей необходимость оставления отверстий и проходов между ними для ввода через фундаменты в здание трубопроводов и кабелей.

До начала монтажа стеновых фундаментных блоков на ленте фундаментных подушек размечают продольные и поперечные оси, используя для этих целей проволочные оси с обноски. Монтаж фундаментных блоков начинают с установки угловых — двух крайних по фасаду здания. После угловых устанавливают промежуточные маячные блоки на расстоянии 20...30 м один от другого, по которым и натягивают маячные причалки на расстоянии 2...3 мм от линии наружного края фундаментов. Причалка должна располагаться на 4...5 см выше уровня установленного ряда блоков. По мере монтажа причалку переносят

вверх на очередной ряд блоков, уровень ее также на 4...5 см выше уровня установки этого ряда блоков.

Блоки двух первых рядов устанавливают с уровня земли, последующие — с подмостей. Перевязка блоков — не менее ¼ длины блока, после установки всех блоков очередного ряда заделывают вертикальные стыки между ними. При выполнении стен подвала из монолитного железобетона высота бетонирования определяется высотой стены, а длина — технологическим регламентом производства работ.

По всей плоскости фундаментов, выровненной раствором и приведенной в горизонтальное положение, укладывают 1...2 слоя гидроизоляции.

При наличии подвальных этажей устраивают вертикальную гидроизоляцию и проводят мероприятия по утеплению их стен в соответствии с данными проекта.

Монтаж перекрытия над подвалом начинают после установки перегородок, устройства вводов и выпусков подземных коммуникаций.

Особенности монтажа подземной части здания. Для монтажа подземной части здания могут быть использованы пневмоколесные, автомобильные, гусеничные краны, краны-нулевики и башенные краны, запроектированные для возведения надземной части здания.

Основные особенности работ:

• увязка с земляными работами — монтажный кран или спускают в котлован и для него устраивают въездной пандус или для крана оставляют достаточно широкую полосу для перемещения по кромке котлована;

• тщательность обратной засыпки грунта и послойного уплотнения, так как необходимо гарантировать устойчивость подкрановых путей, которые часто располагают и в зоне обратной засыпки грунта.

Если при монтаже надземной части здания предусмотрено использовать башенный кран, им можно монтировать и подземную часть. В этом случае монтаж подкрановых путей и самого крана необходимо закончить до начала укладки фундаментов. Если глубина котлована значительна и при движении крана вдоль котлована может быть нарушена устойчивость откосов, то монтаж целесообразно вести с одной точки и на величину вылета стрелы. При этом устанавливают фундаментные подушки, блоки стен подвала, плиты перекрытия, устраивают гидроизоляцию, осуществляют обратную засыпку пазух, т. е. формируют подпорную стенку, исключающую опасность обрушения откоса.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Данный раздел учебника является самым объемным. В нем особое внимание уделено технологической последовательности выполнения операций при возведении самых разнообразных зданий и сооружений — одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий, жилых и общественных зданий широкой номенклатуры, высотных зданий и сооружений. Критерий отбора был простым — востребованность зданий и технологии их возведения в настоящее время или в ближайшие годы.

Форма подачи материала в этом разделе однотипная. Рассмотрены назначение, возможная область применения и конструктивная особенность здания или сооружения, специфика монтажных механизмов, технологической оснастки для их возведения. Особое внимание уделено технологическим аспектам возведения каждого из рассмотренных типов зданий и сооружений.

Глава 8

МЕТОДЫ МОНТАЖА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

8.1. Общие положения

Для многих промышленных и гражданских зданий и сооружений по архитектурным соображениям и требованиям эксплуатации необходимо предусматривать покрытия с большими пролетами без устройства промежуточных опор. Из всех инженерных сооружений одноэтажные производственные здания находят самое широкое применение для размещения предприятий различных отраслей экономики.

К гражданским большепролетным зданиям относятся крупные спортивные, выставочные и концертные залы, крытые ста-

дионы, вокзалы, цирки, рынки и другие подобные сооружения. В промышленных зданиях большие пролеты чаще всего применяют в сборочных цехах авиа- и судостроения, сборочных и экспериментальных цехах машиностроительных предприятий. Технология эксплуатации зданий и противопожарной безопасности потребовала проектирования большепролетных строений для ангаров, предназначенных для стоянки и ремонта самолетов, крупных автобусных и троллейбусных парков с размещением большого числа единиц сочлененных транспортных средств.

Разнообразие большепролетных зданий и различные требования, предъявляемые к ним, обусловливают соответствующие конструктивные решения. Наиболее часто применяют рамные, балочные системы, арочные покрытия и висячие пространственные системы. Конструктивные решения пространственных сооружений, условия их возведения, особенности строительной площадки, возможность использования монтажных механизмов и приспособлений часто диктуют наиболее приемлемые технологию и последовательность возведения сооружения.

Как правило, для возведения сооружения могут быть использованы разнообразные методы монтажа, часто их применяют в сочетании и тем самым образуют многовариантность технологий, когда выбор рациональной технологии составляет содержательную задачу проектирования монтажных работ.

8.2. Специфика монтажа большепролетных зданий

Монтаж большепролетных зданий и сооружений характеризуется следующими особенностями:

- каркасы зданий могут выполняться из стальных, сборных железобетонных и смешанных конструкций: колонны — из железобетона, стеновые панели — одно- или многослойные, подкрановые балки, фермы, связи и элементы покрытия — стальные;
- размеры здания обычно превышают радиус действия монтажных кранов;
- ряд конструкций — колонны большой высоты и массы, мощные подкрановые балки, фермы большого пролета, объемные элементы покрытия — приходится монтировать частями или применяя несколько кранов;
- монтаж здания необходимо увязывать с установкой технологического оборудования.

Одноэтажные промышленные здания из стальных конструкций проектируют и возводят с пролетами 18, 24, 30 и 36 м

и высотой до 30 м. Одноэтажные здания из железобетонных конструкций имеют пролеты 12, 18, 24 и 30 м и высоту (по верху колонн) до 14,4 м, а здания со смешанным каркасом проектируют на пролеты 24, 30 и 36 м при высоте до 18 м.

Одноэтажные промышленные здания в зависимости от величины пролета, шага и высоты колонн разделяют на типы: *легкие* — пролет 6...18 м, высота 5...12 м; *средние* — пролет 18...30 м, высота 8...24 м; *тяжелые* — пролет 24...36 м, высота 18...30 м.

Основные критерии выбора методов и организации монтажа конструкций большепролетных зданий:

- объем монтажных работ;
- объемно-планировочное и конструктивное решения здания;
- установленные сроки монтажа и возведения здания в целом;
- наличный парк монтажных механизмов.

Методы монтажа конструкций различных зданий подразделяют в зависимости от:

- применяемого подъемно-монтажного оборудования — крановый и бескрановый методы;
- степени укрупнения элементов в блоки перед монтажом — поэлементный, крупноблочный монтаж, конвейерная сборка, рулонирование;
- последовательности установки элементов в проектное положение;
- последовательности установки в проектное положение плоских и пространственных монтажных и технологических блоков;
- движения крана вдоль или поперек здания при монтаже;
- способов наведения и установки элементов на опоры;
- последовательности сборки конструкций по вертикали;
- конструктивных особенностей зданий, сооружений и работы конструкций в процессе монтажа;
- направления возведения объекта — методы надвижки, вертикального подъема, поворота.

Предварительное укрупнение конструкций. В зависимости от степени предварительного укрупнения различают:

- монтаж отдельными конструктивными элементами;
- монтаж предварительно укрупненными плоскостными или объемными блоками;
- монтаж комплексными блоками с установленными и закрепленными элементами инженерного и технологического оборудования.

В конструкциях из сборного железобетона укрупняют, но очень редко, основные элементы каркаса — колонны и фермы. Чаще укрупняют элементы из металла — подкрановые балки, колонны, оконные переплеты, связи, конструкции фонарей, комплексные укрупненные блоки — блоки покрытия с металлическими несущими конструкциями и эффективной облегченной кровлей.

Метод рулонирования конструкций — разновидность укрупнительной сборки металлических листовых конструкций осуществляют на заводах-изготовителях металлоконструкций. Метод применяют при монтаже резервуаров, газгольдеров, цилиндрических емкостей пищевой и химической промышленности.

Подъемно-монтажное оборудование подразделяют на три основные группы:

Монтажные краны — автомобильные, пневмоколесные, краны на спецшасси, гусеничные, башенные, козловые, железнодорожные.

Бескрановая оснастка — для подъема и укладки конструкций с использованием лебедок, полиспастов, подъемников, укосин, домкратов.

Грузоподъемные устройства — монтажные мачты, шевры, портальные подъемники, домкраты для монтажа конструкций и оборудования, масса которых превышает грузоподъемность серийных кранов.

Важным вопросом при монтаже здания является выбор монтажных механизмов. При монтаже одноэтажных промышленных зданий применяют самое разнообразное крановое оборудование:

- автомобильные краны грузоподъемностью 6,3...16 т;
- пневмоколесные краны (10...100 т);
- гусеничные краны (6,3...160 т);
- башенные краны (60...100 т);
- железнодорожные краны (16...30 т);
- козловые краны (15...100 т).

Железнодорожные и козловые краны обычно не проектируют для выполнения монтажных работ, но в процессе реконструкции или при расширении производственного комплекса, оборудованного такими кранами, они могут быть задействованы для производства работ.

Особенно часто при поэлементном монтаже зданий легкого типа применяют автомобильные и гусеничные краны, так как они отличаются большой мобильностью, удобны в работе. При блочном и крупноблочном монтаже одноэтажных зданий среднего и тяжелого типов применяют гусеничные краны большой грузоподъемности, часто оснащенные башенно-стреловым оборудованием. При таком монтаже часто предусматривают применение башенных кранов и рельсовых кранов СРК. Один из них СРК-3500 (стреловой рельсовый кран с грузовым моментом 3500 т·м) может поднимать 100 т на вылете 35 м.

Необходимость устройства подкрановых путей значительно осложняет применение башенных и стреловых рельсовых кранов. Пневмоколесные краны имеют хорошие грузовые и геометрические характеристики, но относительно редко применяются при выполнении монтажных работ. Для монтажа относительно тяжелых конструкций таким кранам требуется устанавливать выносные опоры, что значительно снижает темп монтажных работ, поэтому предпочтение отдают гусеничным кранам.

Для монтажа каркасов здания необходимо проектировать не только потребность в монтажных кранах, но и их расстановку. Решение принимают в зависимости от наличия кранов на месте производства работ, возможности их аренды, а также от конфигурации здания, его геометрических характеристик, особенностей конструктивного решения. Обычно анализируют два варианта расположения кранов:

1. Кран расположен внутри каркаса здания. Монтаж осуществляется «на себя», кран, пятясь, осуществляет монтаж, оставляя смонтированные ячейки каркаса. При такой организации монтажа легко осуществить предварительную раскладку элементов у мест их подъема. Конструкции в зону монтажа доставляют навстречу движению крана. При этом разгрузку конструкций и их монтаж осуществляют в разных ячейках каркаса и рабочие не мешают друг другу. Движение крана внутри каркаса здания наиболее широко распространено в практике строительства, оно рационально и экономически оправдано.

2. Кран осуществляет монтаж снаружи каркаса здания. Такое решение принимают при развитом подземном хозяйстве здания, а значит большом объеме земляных работ, бетонных работ по устройству фундаментов под технологическое оборудование, прокладке инженерных коммуникаций с туннелями. Подача конструкций под монтаж в этом случае будет осуществляться в направлении монтажа или с другой стороны, что будет зависеть от конкретных условий строительной площадки.

8.3. Последовательность установки элементов каркаса

В зависимости от последовательности установки элементов применяют дифференцированный (раздельный), комплексный и смешанный (комбинированный) методы монтажа.

При *дифференцированном* методе одноименные конструктивные элементы монтируют самостоятельными потоками, совмещенными во времени. При этом возрастает производительность труда монтажников и более полно используется грузоподъемность кранов. Дифференцированный монтаж может осуществляться одним монтажным механизмом или несколькими, перемещаемыми друг за другом.

Метод не позволяет в одноэтажных промышленных зданиях последовательно устанавливать только стропильные фермы, так как невозможно обеспечить их устойчивость даже после полной приварки их монтажных узлов. При последовательной установке всех подстропильных и стропильных ферм в возводимом здании затруднено или невозможно использование монтажного крана для укладки плит покрытия по фермам.

При *комплексном* методе установку всех конструкций ведут в одном потоке, в результате получая полностью смонтированные ячейки здания. Открывается фронт для выполнения последующих работ, заметно сокращаются общие сроки строительства.

Комплексный метод монтажа заключается в комплексной установке конструкций в каждой ячейке здания и характерен для зданий с металлическими конструкциями каркаса. Для первой ячейки сначала монтируют четыре колонны, которым сразу обеспечивают проектное положение и устанавливают необходимые продольные связи между ними. Далее укладывают две подкрановые балки, монтируют подстропильную ферму. Монтаж ячейки завершается установкой стропильных ферм с прогонами и связями, укладкой элементов покрытия. Далее последовательность установки конструктивных элементов сохраняется, но число монтируемых элементов может меняться. Комплексный метод нецелесообразно применять при большой разнице в массе разноименных конструкций.

При *смешанном* методе, вобравшем в себя достоинства двух предыдущих методов, допустима самая разнообразная последовательность установки элементов.

Этот метод, наиболее характерный для одноэтажных промышленных зданий из сборного железобетона, позволяет *раздельно* устанавливать стаканы фундаментов, колонны, подкрановые балки, стеновые панели, перегородки, оконные переплеты и *комплексно*, в едином потоке, монтировать подстропильные, стропильные конструкции, панели покрытия и иногда подкрановые балки.

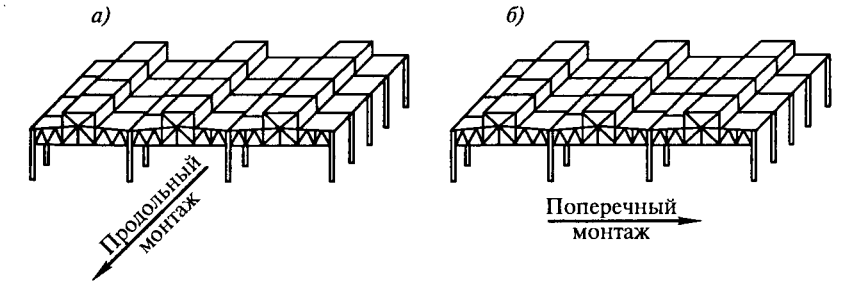
Выбор направления монтажа при самоходных кранах. Выбор направления монтажа определяется несколькими параметрами — особенностями конструктивной схемы, необходимостью последовательной сдачи под монтаж технологического оборудования отдельных пролетов или частей здания, расположением технологических линий и их взаимной увязкой. Организация монтажных работ должна обеспечивать параллельное выполнение работ участвующими в строительстве объекта организациями, быструю сдачу отдельных участков здания под монтаж технологического оборудования, отдельных частей, пролетов или захваток в эксплуатацию.

В зависимости от направления монтажа по отношению к основным осям объекта различают продольный монтаж, когда установку конструкций ведут отдельными пролетами, и поперечный, или секционный, когда осуществляют монтаж ячеек здания в поперечном направлении (рис. 8.1). Поперечный монтаж находит применение, когда введение здания в эксплуатацию предполагается отдельными секциями поперек здания или при использовании кранов с большим радиусом действия, позволяющим значительно сократить перестановки механизма.

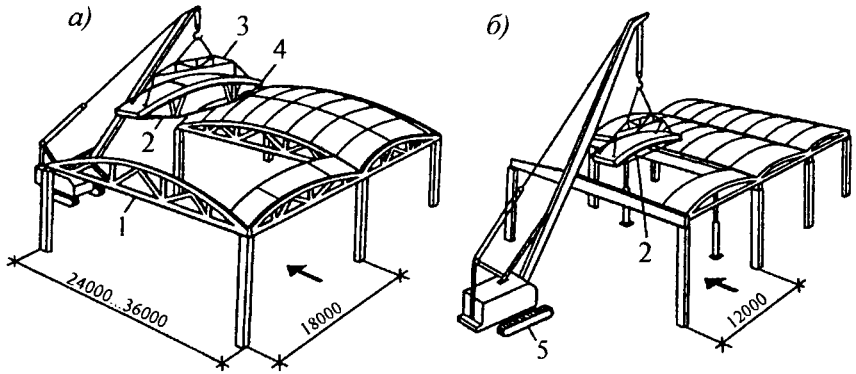
Анализировать возможное направление движения можно только для самоходных кранов и при возведении одноэтажных промышленных бесфонарных зданий, в каркасе которых отсутствуют подстропильные фермы.

Определяют метод в основном только для монтажа элементов покрытия по двум основным причинам — недостаточная грузоподъемность имеющегося монтажного крана при значительных вылетах стрелы и необходимость быстрейшего освобождения ряда поперечных ячеек для последующего монтажа технологического оборудования и выполнения отделочных работ (рис. 8.2).

При *продольном* методе здание монтируют последовательно отдельными пролетами, что позволяет в короткие сроки сдавать



Р и с. 8.1. Схемы продольного (*а*) и поперечного (*б*) монтажа каркаса здания



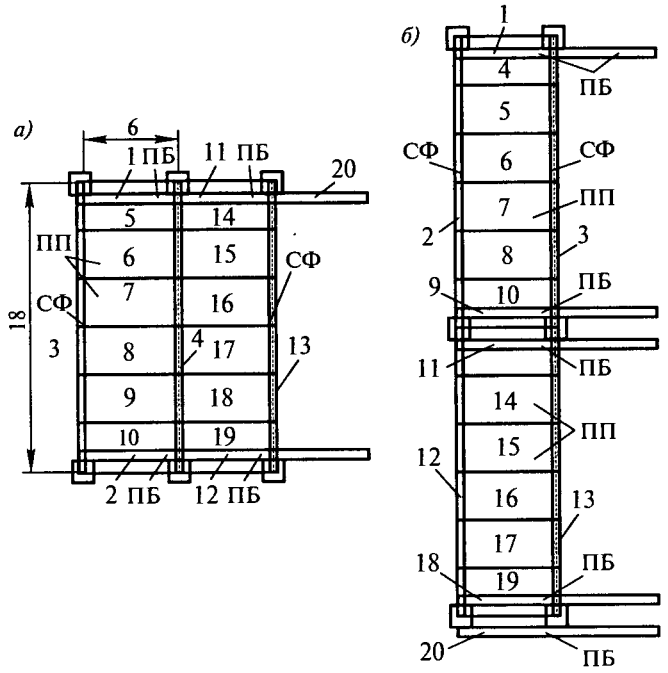
Р и с. 8.2. Монтаж элементов покрытия одноэтажных зданий при разных направлениях монтажа:

а — поперечный метод монтажа; *б* — продольный метод монтажа; 1 — ферма; 2 — затяжка (усиление элемента перед монтажом); 3 — траверса; 4 — монтируемый элемент; 5 — монтажный кран

их под монтаж оборудования. Монтажный кран располагается вне монтируемой ячейки и монтаж плит покрытия ведется через смонтированную стропильную конструкцию. Плита покрытия в пространстве расположена вдоль стрелы крана, что крайне нерационально.

При *поперечном* методе кран перемещается поперек пролетов. Такой метод применим преимущественно при шаге колонн 9 и 12 м в зданиях бескрановой системы. Монтажный кран оказывается внутри монтируемой ячейки, стрела располагается поперек монтируемой плиты покрытия, а значит, точка подвеса плиты оказывается на расстоянии от стрелы не 6...9 м, а всего только 1...1,6 м. Поперечный монтаж позволяет осуществлять установку конструкций одновременно двумя кранами разной грузоподъемности. Первый кран большей грузоподъемности последовательно монтирует фермы. Другой кран меньшей грузоподъемности, также перемещаясь поперек пролетов, осуществляет укладку плит. При такой организации монтажа значительно снижается стоимость и продолжительность работ.

Метод позволяет осуществлять монтаж конструкций и при наличии в каркасе здания подкрановых балок (рис. 8.3). Необходимо строго соблюдать рекомендации по последовательности установки элементов (фермы, подкрановые балки, плиты покрытия), изложенные в технологической карте монтажа.



Р и с. 8.3. Последовательность установки элементов при разных направлениях монтажа:

а — продольный монтаж; *б* — поперечный монтаж

Поперечный метод монтажа применяют:

- когда здание вводят в эксплуатацию отдельными секциями, включающими все пролеты здания;
- при монтаже конструкций кранами большого радиуса действия, чтобы полнее использовать их на каждой стоянке;
- при необходимости или целесообразности перемещения монтажных кранов только в поперечном направлении.

Комбинированный, т. е. продольно-поперечный, метод основан на установке колонн продольным методом и монтаже покрытия при поперечной проходке крана. Поперечный монтаж может оказаться более экономичным особенно при использовании плит покрытия 12 × 3 м и 24 × 3 м и длинномерных настилов «2Т», масса которых и вылет существенно влияют на выбор монтажного крана. Кран работает с меньшим вылетом стрелы за счет его размещения между двумя смонтированными фермами. Выбор направления монтажа в значительной мере зависит от технологических особенностей возведения промышленного здания.

8.4. Использование временных опор и подмостей

В зависимости от конструктивных особенностей и условий работы конструкций встречаются различные методы монтажа, в том числе на подмостях, с использованием временных опор, полунавесная и навесная сборка.

На *сплошных подмостях*, поддерживающих конструкцию в процессе монтажа и воспринимающих нагрузки от ее массы, осуществляют монтаж некоторых типов оболочек, сводов, арок, пролетных строений мостов и др.

Передвижные подмости, перемещаемые по подкрановым путям, обеспечивающие безопасную и производительную работу, применяют для удобства сборки при монтаже большепролетных покрытий и располагают под узлами сопряжения этих элементов (рис. 8.4).

С использованием *временных опор* осуществляют монтаж конструкций по частям (в основном больших пролетов и большой массы), если нет возможности или нецелесообразно устанавливать их целиком.

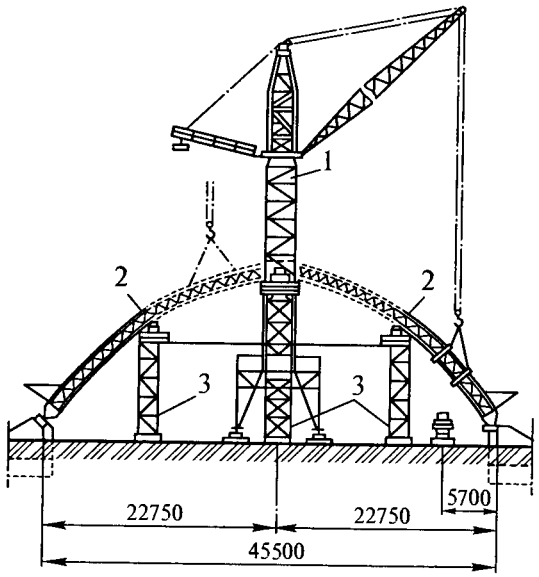


Рис. 8.4. Монтаж арочного покрытия с использованием передвижных подмостей:

1 — башенный кран; 2 — монтажные стыки арки; 3 — передвижные монтажные подмости с домкратами

Полунавесная сборка характеризуется тем, что в процессе монтажа конструкция удерживается временными растяжками или устанавливается на промежуточные опоры. Этим способом монтируют купола, некоторые конструкции арок, конструкции пролетных строений мостов.

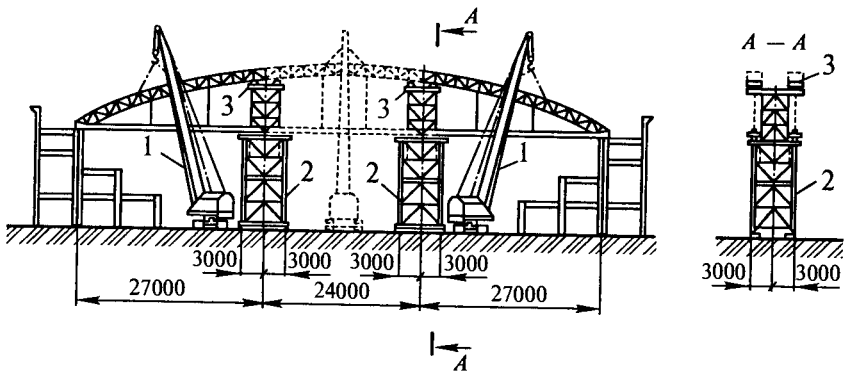
Навесную сборку осуществляют без дополнительных опор. Конструкцию закрепляют одной стороной на постоянной опоре или в ранее смонтированной части, образуя временную консольную систему. Применение этого способа возможно только при таких конструктивных особенностях сооружения, которые обеспечивают необходимую в процессе монтажа прочность и устойчивость собираемых консолей большого вылета.

Использование для монтажа подмостей можно пояснить на примере возведения арочных конструкций. Такие конструкции большого пролета применяются в зданиях гражданского и промышленного назначения — вокзалы, спортивные залы, всевозможные склады. Для исключения передачи на опорные конструкции горизонтальных (распорных усилий) проектируют арки с затяжкой, воспринимающей распор. При отсутствии затяжки в двух- и трехшарнирных арках на колонны или железобетонное основание передаются как вертикальные, так и горизонтальные усилия.

Как правило, арки с пролетами более 48 м монтируют полуарками или более мелкими элементами с использованием временных опор. Число временных опор зависит от пролета арки, грузоподъемности монтажных механизмов и конструктивных решений арки, которые очень часто диктуют технологию монтажа покрытия.

При монтаже арок с затяжками, подвески которых не рассчитаны на восприятие усилий, возникающих при опирании монтажного блока на затяжку, используют временные опоры телескопической конструкции. В этом случае элементы арки и затяжки монтируют по отдельности. После монтажа двух арок, закрепления узлов и натяжения затяжек осуществляют раскружаливание, в процессе которого плавно на временных опорах опускают домкраты или другие поддерживающие элементы. *Раскружаливанием* называется операция, в результате которой нагрузка от собственной массы монтируемой конструкции полностью передается на опорные проектные элементы, а временные монтажные опоры освобождаются от нагрузки. Опоры опускают ниже уровня затяжки и перемещают по ходу монтажа в последующие пролеты.

Рассмотрим пример с монтажом трехшарнирной арки (рис. 8.5), для монтажа которой необходимо наличие двух вре-



Р и с. 8.5. Схема монтажа арки с затяжкой:
1 — кран; 2 — телескопические временные опоры; 3 — опорные узлы с домкратами

менных опор. Средняя телескопическая часть каждой опоры предназначалась для опирания двух смежных элементов арки, а нижняя часть этой опоры — для опирания элементов затяжек арок. Элементы арок, затяжек и подвесок монтировали гусеничным краном. После сборки, выверки геометрии смонтированных элементов, сварки монтажных узлов двух очередных балок и их затяжек, монтажа и проектного закрепления всех распорок и связей между ними осуществляли раскружаливание. Для этой цели винтовые домкраты должны быть смонтированы на оголовках внутренних телескопических секций временных опор.

Освободившиеся от нагрузки внутренние секции опор опускают с помощью крана в нижнее положение и перемещают на следующую стоянку, где готовится к монтажу очередная пара полуарок.

8.5. Способы перемещения сооружений на постоянные опоры

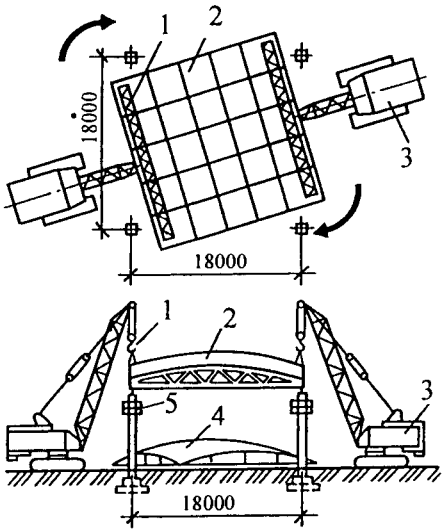
В зависимости от способа установки на опоры различают методы монтажа вертикальным подъемом, поворотом, надвижкой, накаткой.

Установку *вертикальным подъемом* применяют в тех случаях, когда масса поднимаемой конструкции или сооружения не превышает грузоподъемности монтажных механизмов. Вообще применение метода увязывается с возможностью поднять конструкцию в целом виде на определенную высоту с помощью тех или иных механизмов и с наличием механизмов и приспособлений для такого подъема. Принципиальным моментом является возможность подведения временных или постоянных опор под поднятую конструкцию и способность этих опор сразу включиться в совместную работу с этой конструкцией (рис. 8.6).

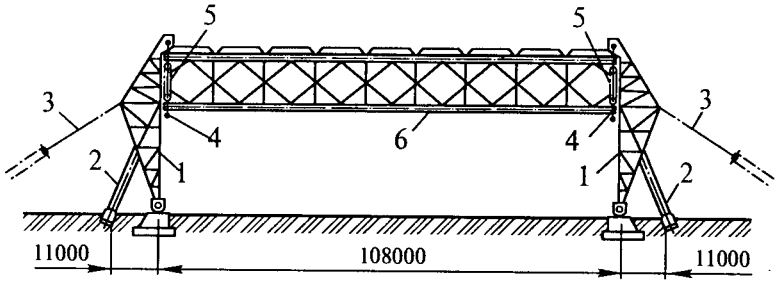
Большой положительный эффект дает сборка блоков покрытия легкими монтажными кранами на земле с последующим подъемом на проектную отметку. Сборку пространственной конструкции можно осуществлять под местом установки, в торце здания или на специально оборудованной площадке, расположенной в непосредственной близости от возводимого сооружения.

При сборке отдельных блоков, всего покрытия или его основной несущей части под местом установки в проектное положение их подъем на проектную отметку осуществляют специальными гидроподъемниками или полиспастами с использованием колонн сооружения. Колонны при таком способе монтажа должны быть большой высоты с консолями, к которым подвешивают неподвижные блоки подъемных полиспастов.

На рис. 8.7 показан подъем несущего блока покрытия, состоящего из несущих ферм, соединенных вертикальными и горизонтальными связями, осуществляемый с помощью четырех полиспастов грузоподъемностью 160 т каждый. Пространственную конструкцию укрупняли в горизонтальном положе-



Р и с. 8.6. Установка оболочки на опоры методом вертикального подъема:
1 — траверса; 2 — оболочка, поднятая и повернутая на опоры; 3 — монтажный кран; 4 — собранная оболочка перед подъемом; 5 — смонтированные опоры оболочек с навешенными рабочими площадками

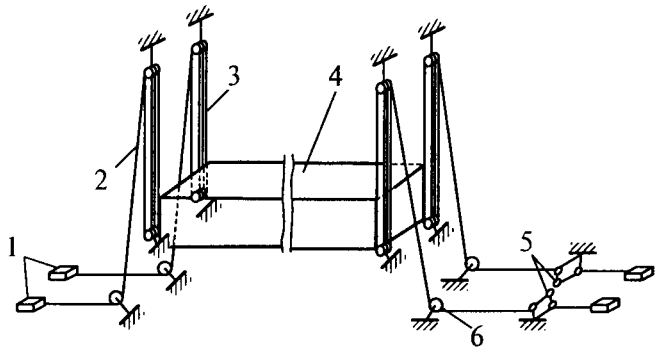


Р и с. 8.7. Схема монтажа блока покрытия полиспастами:

1 — колонна; 2 — монтажный подкос; 3 — тормозная расчалка; 4 — опорная балка; 5 — подъемный полиспаст; 6 — блок покрытия

нии на земле с установкой всех конструктивных элементов покрытия и устройством кровли. Колонны (пространственные конструкции опор) собирали также в горизонтальном положении и устанавливали в проектное положение методом поворота вокруг шарнира с помощью тех же полиспастов, которыми затем поднимали блок покрытия.

Под опорные узлы нижних поясов ферм подводили поперечные балки с закрепленными на концах подвижными блоками полиспастов. Принципиальная схема запасовки всех четырех полиспастов для равномерного распределения нагрузки на несущие опоры приведена на рис. 8.8. После вертикального подъема пространственной конструкции в проектное положение было осуществлено ее соединение с несущими колоннами и демонтированы монтажные подкосы.



Р и с. 8.8. Принципиальная схема запасовки тросов:

1 — электролебедки; 2 — тяговая нитка полиспаста; 3 — подъемный полиспаст; 4 — блок покрытия; 5 — уравнительные ролики; 6 — отводной ролик

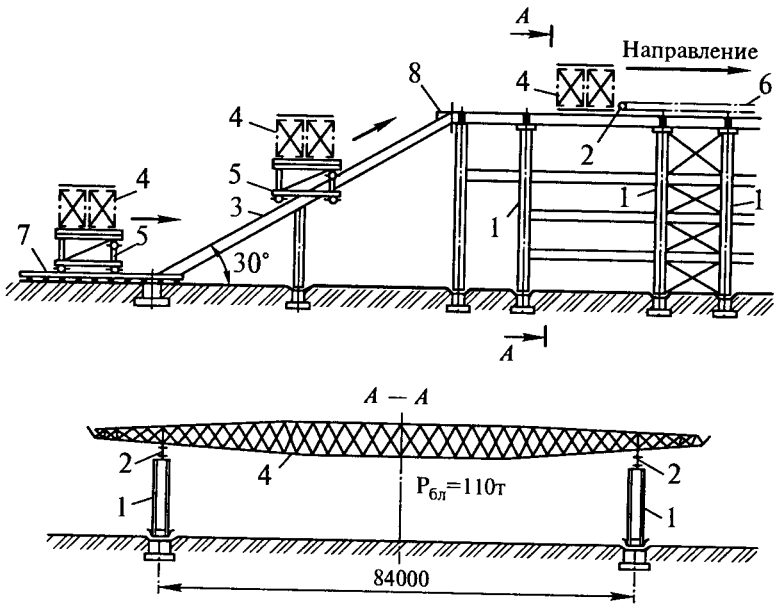
Методом поворота осуществляют главным образом монтаж в целом виде сооружений, имеющих значительную высоту и большую массу. Сооружение, как конструкцию, сначала собирают в горизонтальном положении в зоне ее будущей установки, основание этой пространственной конструкции закрепляют с использованием поворотного шарнира к фундаменту и поворотом вокруг шарнира устанавливают сооружение в проектное положение. Этим методом монтируют опоры линий электропередач, дымовые трубы, башни и другие сооружения массой 100 т и более.

При *методе надвижки* конструкции собирают в стороне от постоянных опор, а затем устанавливают на эти опоры путем горизонтального перемещения по временным путям. Этот метод широко применяют при монтаже многопролетных мостов, конструкций покрытия одноэтажных промышленных зданий, а также при необходимости выполнения работ в короткие сроки, совмещая на земле подготовку к надвижке с другими работами. Особенно эффективен этот метод при реконструкции действующих технологических сооружений (доменная печь, воздухонагреватель, шахтный копер), когда новое сооружение собирают в стороне и затем выдвигают на фундамент демонтированного старого, что резко сокращает период остановки действующего объекта.

Процесс надвижки возможен в двух вариантах: скольжением на салазках при массе блока до 250 т и накаткой на стальных катках при массе блоков 10 тыс. т и более.

В качестве примера метода надвижки рассмотрим монтаж здания спортивного комплекса пролетом 84 м с сигарообразными фермами покрытия (рис. 8.9). Фермы покрытия, обрамленные по верхнему и нижнему поясам стальными листами толщиной 4 мм, собирали на земле на специальных тележках в непосредственной близости от перекрываемого сооружения. Тележки имели кондукторы и приспособления для обеспечения заданной точности сборки элементов покрытия, конструкции тележек позволяли им перемещаться с закрепленными фермами по горизонтальным и наклонным рельсовым путям.

Для подъема тележек на проектную отметку были смонтированы две наклонные монтажные балки, перемещение тележек с очередным блоком покрытия осуществляли двумя тяговыми полиспастами. После достижения проектной отметки тележки упирались в специальный упор, блок покрытия опускали на стальные катки и методом накатки с помощью двух легких полиспастов надвигали в проектное положение, где с помощью домкратов его сначала приподнимали для освобож-



Р и с. 8.9. Схема надвижки блока покрытия:

1 — колонны здания; 2 — подстропильные балки; 3 — наклонные балки временной эстакады; 4 — блок покрытия; 5 — тележка для передвижения блоков; 6 — тяговый полиспаст; 7 — рельсовый путь тележки; 8 — упор

дения катков, затем опускали в проектное положение. Одно из достоинств рассмотренного способа монтажа — для перемещения и установки объемного блока на проектные отметки нет необходимости применять монтажный кран большой грузоподъемности с высокой стоимостью эксплуатации.

В практике монтажа иногда встречается сочетание нескольких методов, в частности совмещенный метод надвижки, укрупнения и поворота.

8.6. Выбор методов монтажа и совмещения работ

Основные схемы организации монтажа. Основные схемы монтажа одноэтажных промышленных зданий увязаны с числом задействованных кранов:

• монтаж всех конструкций, начиная с фундаментов, одним краном;

• монтаж подземной части одним, а надземных конструкций другим краном;

• монтаж конструкций на каждой захватке самостоятельным краном;

• монтаж самостоятельными кранами разных конструкций каркаса одноэтажных промышленных зданий (фундаменты, колонны, подкрановые балки, фермы, плиты покрытия, стеновые панели) — 5...7 потоков.

При возведении одноэтажных промышленных зданий в качестве захватки или монтажного участка для максимального совмещения работ можно принять один пролет здания и даже часть его в пределах между температурными швами.

Основной вопрос при выборе рациональной организации монтажа здания — определение метода и технологической последовательности монтажа конструкций, которые неразрывно связаны с выбором монтажных механизмов. От принятого метода зависят темпы возведения зданий, трудоемкость монтажных операций, особенно верхолазных, общая стоимость и продолжительность строительства. Принятый метод работ должен обеспечивать поточное строительство, проведение всех монтажных, общестроительных и специальных работ по совмещенному графику, предоставляющему субподрядчикам необходимый фронт работ, исключающий технологические перерывы.

Выбранный метод монтажа должен предусматривать осуществление большинства операций по сборке, креплению и выполнению стыков не на высоте с конструкций или подмостей, а на земле, т. е. укрупненные монтажные блоки на стендах или кондукторах следует поднимать и устанавливать в проектное положение с помощью современных монтажных кранов. При сравнении возможных методов монтажа предпочтение должно быть отдано более простому, безопасному, обеспечивающему высокое качество работ при наименьших затратах труда и материальных ресурсов.

Одноэтажные промышленные здания имеют большие размеры в плане при относительно небольшой высоте. Расстояние между несущими конструкциями каркаса в большинстве случаев превосходит радиус действия крана, что предъявляет особые требования при определении метода монтажа. Выбор метода и последовательности установки конструкций зависит от особенностей строительной площадки (например, стесненности), рельефа местности, наличия автодорог и подъездных железнодорожных путей, необходимого парка монтажных механизмов. Огромное влияние на выбор технологической последовательности работ оказывает подземное хозяйство — наличие фундаментов под технологическое оборудование, их количество, размеры,

глубина заложения, материал конструкций, различные подземные коммуникации, расположенные в пролетах здания.

Применяемые монтажные механизмы обязаны иметь соответствующие грузовые и геометрические характеристики, обладать хорошей мобильностью, иметь возможно бо́льшую рабочую зону, чтобы на каждой последовательной стоянке выполнять возможно больший объем монтажных работ.

Организация строительства должна обеспечивать поточность работ, сущность которой заключается в непрерывном и равномерном выполнении всех видов монтажных и других сопутствующих операций. Необходимо заранее создать соответствующий производственный ритм, при котором все участники строительства за заданный отрезок времени выполняют определенный объем работ при постоянных численности рабочих и парке работающих механизмов, при совмещении строительных и монтажных работ.

При проектировании поточного строительства в зависимости от сложности сооружения и значительной трудоемкости отдельных видов работ в перечень поточно выполняемых могут быть включены следующие работы: земляные, бетонные по устройству фундаментов, монтаж строительных конструкций, монтаж технологического оборудования, теплотехнические, сантехнические, вентиляционные, электротехнические и т. п. При наличии нескольких кранов на строительной площадке работы по монтажу конструкций могут быть подразделены на монтаж самостоятельным потоком фундаментов, колонн, подкрановых балок, элементов покрытия, навеску стеновых панелей. Целесообразно при разработке поточного производства строительства включить комплекс послемонтажных отделочных работ.

Организует, возглавляет и координирует проектирование и производство всех работ генподрядная организация, которая обычно выполняет весь комплекс общестроительных работ, остальные работы осуществляют специализированные строительно-монтажные субподрядные организации.

Непременное правило поточной организации работ — каждая строительная бригада обязана своевременно предоставить фронт работ другой бригаде. Например, строители, возводящие фундаменты, должны предоставить готовые фундаменты для монтажников, прибывших для установки колонн. Бригада, выполняющая монтаж конструкций покрытия, обязана к заданному сроку предоставить фронт работ бригаде кровельщиков и т. д. Такое совмещение работ требует большой четкости и технологической дисциплины от всех исполнителей.

Четкое рассредоточение участвующих в строительстве рабочих разных профессий может быть обеспечено разбивкой возводимого здания на захватки, которые в свою очередь делятся на монтажные или рабочие участки, на каждом из которых в течение определенного числа смен или дней выполняют только один вид работ. Переход с одного участка на другой происходит по графику в строго определенное время, до которого каждый из участников строительства должен успеть выполнить свой объем работ.

Основным условием повышения эффективности капитальных вложений всегда является сокращение сроков ввода строящихся объектов или их отдельных частей в эксплуатацию, так как затраченные на их строительство средства будут быстрее приносить отдачу благодаря выпуску продукции и ее реализации, тем самым будет ускоряться окупаемость объектов.

Как правило, продолжительность строительства в основном зависит от сроков выполнения работ по монтажу каркаса сооружения, имеющему наибольший физический объем и соответственно трудоемкость.

Все работы по возведению объектов должны выполняться в соответствии с календарными планами и графиками, в которых должно быть предусмотрено сокращение сроков строительства за счет максимального совмещения отдельных видов монтажных и общестроительных работ. Соблюдение оптимальных сроков строительства является непременным условием улучшения всех технико-экономических показателей производственной деятельности строительно-монтажной организации, и в первую очередь снижения себестоимости работ и роста производительности труда.

В общем объеме конструкций одноэтажных промышленных зданий элементы покрытия составляют не менее 50% массы каркаса, а трудоемкость монтажа этих конструкций составляет уже 65...70% трудозатрат на монтаж, поэтому, совершенствуя конструкции покрытия и технологию их монтажа, можно значительно снизить общую трудоемкость монтажа здания. В процессе проектирования сооружения и технологии его возведения должны быть найдены оптимальные варианты объемно-компоновочного решения здания в целом и блоков покрытия в особенности и рациональная технология монтажа. Значительное снижение трудоемкости и тем самым сокращение сроков монтажа может быть обеспечено за счет снижения числа монтируемых элементов и применения наиболее совершенных методов монтажа.

Сокращения числа монтажных элементов можно добиться двумя способами:

• увеличением пролетов и шага колонн, применением беспрогонных решений, принципиально новыми конструктивно-компоновочными решениями;

• укрупнением конструкций на земле до их подъема и установки в проектное положение.

Таким образом, можно сделать вывод, что возможны два принципиально различных метода монтажа: поэлементный, при котором каждый конструктивный элемент поднимают и устанавливают в проектное положение отдельно, и крупноблочный, при котором конструктивные элементы перед подъемом предварительно собирают (укрупняют) в пространственные блоки.

Глава 9

МОНТАЖ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ

9.1. Технологические особенности возведения зданий

9.1.1. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

На практике наиболее часто встречаются одноэтажные полносборные промышленные здания площадью 3...20 тыс. м^2. Они могут быть бескрановыми или оборудованными мостовыми электрическими кранами. Пролеты зданий составляют 12, 18, 24 и 30 м, шаг колонн 6 и 12 м, высота зданий от 8,4 до 18 м. Масса сборных элементов составляет от 2,5 до 33 т. Здания характеризуются однотипными ячейками, конструкциями и большими размерами в продольном и поперечном направлениях.

Основные достоинства одноэтажных промышленных зданий — относительная дешевизна, возможность применять разреженную сетку колонн и передавать нагрузки от технологического оборудования непосредственно на грунт. Такие здания обычно строят прямоугольного очертания в плане, без перепадов высот, с пролетами в одном направлении.

Разработаны универсальные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, которые позволяют применять индустриальные методы монтажа. Установлено ограниченное число взаимосочетаний параметров зданий или габаритных схем. Размеры пролетов связаны с определенными высотой и шагом колонн, надкрановыми габаритами. Все элементы каркаса, ограждения и покрытия одноэтажных зданий кратны номинальным размерам укрупненных модулей: планировочного — 6 м, высотного — 1,2 м.

9.1.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Одноэтажные производственные здания обычно монтируют из типовых элементов, серийно изготовляемых на заводах сборного железобетона. Сборные конструкции одноэтажных зданий подразделяют на несущие и ограждающие. К несущим относят сборные фундаменты, колонны, подкрановые балки, подстропильные и стропильные фермы, к ограждающим — плиты покрытия, ранд-балки (обвязочные балки) и стеновые панели.

При пролетах зданий 30 м и более применяют фермы из стальных конструкций, здания с меньшими пролетами могут перекрываться железобетонными фермами с параллельными поясами или с верхним криволинейным поясом — арочным или сегментным. Необходимо отметить, что возведение зданий с железобетонным каркасом более трудоемко по сравнению с аналогичным зданием в металлических конструкциях.

Здания из сборных железобетонных элементов монтируют поэлементно, их не укрупняют в пространственные блоки из-за сложности стыков; масса железобетонного блока превышает массу аналогичного блока из металлоконструкций в 3...5 раз.

Значительно осложняется монтаж конструкций из-за наличия «мокрых процессов» — необходимости замоноличивания стыков. Дальнейший монтаж конструкций после установки колонн в фундаменты стаканного типа и их замоноличивания может быть начат только после достижения прочности бетона замоноличенного стыка 70% марочной. В связи с этим дополнительные трудности возникают при проведении работ в зимних условиях.

При наличии на строительной площадке нескольких кранов монтаж каркаса можно выполнять несколькими параллельными и последовательными потоками: монтаж сборных фундаментов, колонн, связей между колоннами, подкрановых балок и элементов покрытия, навеска стеновых панелей. Такая организация работ позволяет значительно сократить сроки монтажа объекта.

После отрывки ям или траншей под фундаменты, выравнивания и уплотнения основания приступают к монтажу фундаментов. При большом заглублении фундаментов или

сплошном котловане под здание кран будет перемещаться по дну котлована.

Колонны монтируют вторым потоком и только после окончания и приемки законченных работ нулевого цикла на первой захватке. К таким работам относятся: принятие установленных фундаментов под монтаж колонн, выполнение обратной засыпки пазух траншей и ям, осуществление планировки грунта в пределах захватки, прокладка дорог для транспорта, подготовка площадок для складирования конструкций и работы кранов. Оптимальным решением после выполнения планировки следует считать устройство бетонной подготовки под полы по всей площади захватки. Допускается устройство твердого покрытия из дорожных железобетонных плит для перемещения транспорта и кранов. В этом случае для площадок складирования конструкций рекомендуется песчаная подготовка.

Колонны высотой до 12 м обычно не расчаливают, устойчивость их обеспечивается только заделкой в фундаменте. При установке более высоких колонн их необходимо расчаливать в плоскости наименьшей жесткости (вдоль ряда колонн). После достижения требуемой прочности стыков колонн с фундаментами можно приступать к монтажу связей и укладке подкрановых балок. После прихватки закладных деталей подкрановых балок к консолям колонн и заделки стыков расчалки между колоннами снимают.

Монтаж подкрановых балок обычно выполняют в одном потоке с элементами покрытия здания. Каждую ячейку каркаса здания следует монтировать комплексно: устанавливают все подкрановые балки, подстропильную, стропильную (одну или две) фермы, по ним все плиты покрытия на ячейку. Плиты монтируют последовательно от одного торца к другому, первую плиту для крайнего пролета устанавливают с навесных площадок, закрепленных на колоннах первого ряда, плиту для среднего пролета — с ранее смонтированных плит крайнего пролета.

Стеновые панели монтируют в заключительном монтажном потоке обычно самостоятельным краном. Панели навешивают сразу на всю высоту между соседними колоннами обычно в увязке с процессами по установке оконных переплетов и заделке швов между элементами.

При монтаже одноэтажных промышленных зданий приобъектных складов не устраивают. Конструкции в зону монтажа доставляют в третью смену, разгружают и раскладывают у мест их подъема. Запас конструкций должен быть не менее чем на

два дня работы, при перебоях в поставке запас должен возрастать. Доставку конструкций можно осуществлять и в дневное время, конструкции в этом случае подвозят навстречу направлению монтажа.

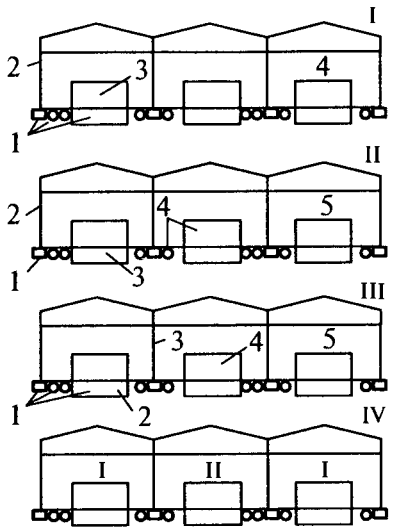
Организация монтажа зданий. Для сокращения продолжительности строительства монтаж здания обычно осуществляют от торцов к середине, от середины к торцам, возможно и другое направление, важно, что каждый температурный блок монтируется самостоятельно. Организуют два независимых объектных потока работ, каждый из них может включать несколько специализированных потоков по монтажу отдельных конструкций — колонн, подкрановых балок, элементов покрытия и стеновых панелей. Каждый специализированный поток обеспечивают монтажным краном и соответствующим комплектом монтажных приспособлений.

Если возводимое здание имеет значительную площадь, его делят на несколько захваток. Размеры захваток принимают в зависимости от объемно-планировочного и конструктивного решений здания, особенностей ввода его в эксплуатацию, трудоемкости работ. Членение здания на захватки или монтажные участки обеспечивает поточность производства, появление для каждого участка самостоятельного монтажного потока. Работы на участках могут выполняться *последовательно* одним потоком или *параллельно* и *одновременно* несколькими специализированными потоками на нескольких участках.

9.2. Методы совмещения циклов строительства

В зависимости от возможной и целесообразной степени совмещения строительных работ, монтажа конструкций и технологического оборудования промышленные здания возводят открытым, закрытым, совмещенным или комбинированным методами (рис. 9.1). Эти методы отражают разные степени совмещения и последовательности работ, что всегда необходимо учитывать при организации монтажа строительных конструкций и возведения зданий.

К основным циклам строительства одноэтажных промышленных зданий относят возведение подземной и надземной частей здания, которое включает: отрывку котлованов и траншей под фундаменты здания и технологического оборудования, монтаж фундаментов здания и бетонирование фундаментов под оборудование, монтаж конструкций надземной части



Р и с. 9.1. Методы совмещения циклов строительства:

I — открытый: 1 — возведение подземной части; 2 — монтаж каркаса; 3 — монтаж технологического оборудования; 4 — отделочные работы; II — закрытый: 1 — подземная часть под каркас; 2 — каркас здания; 3 — подземная часть технологического оборудования и коммуникации; 4 — монтаж технологического оборудования; 5 — отделочные работы; III — совмещенный: 1 — отрывка общего котлована сооружения; 2 — бетонирование фундаментов под оборудование; 3 — монтаж каркаса здания; 4 — монтаж технологического оборудования; 5 — отделочные работы; IV — комбинированный — производство работ открытым (I) и закрытым (II) способами

и возведение встроенных этажерок, монтаж технологического оборудования и трубопроводов, выполнение отделочных работ.

Открытый метод заключается в том, что первоначально выполняют все работы по возведению подземной части на захватке, после чего монтируют конструкции надземной части здания, технологического оборудования, трубопроводов, выполняют все отделочные работы. В состав подземного цикла включаются все работы по сооружению подземных конструкций — фундаментов под здание и оборудование, подвальных этажей с перекрытиями над ними, прокладка и засыпка всех коммуникаций, устройство подготовки под полы в бесподвальных зданиях. После окончания подземного цикла работ, включая подготовку под полы, оставшаяся площадка должна быть спланирована.

Выполнение в первую очередь всех работ подземного цикла, обеспечивающее возможность наиболее эффективного монтажа надземной части здания или сооружения, является одним из важнейших условий успешного строительства индустриальными методами. Однако в зависимости от объемно-планировочных и технологических решений зданий и условий строительства другие методы могут оказаться более эффективными.

При ***закрытом методе*** на каждом монтажном участке вначале выполняют земляные работы и фундаменты только под здание, после чего монтируют его каркас. По окончании монтажных работ внутри каркаса здания разрабатывают котлованы, возводят фундаменты под встроенные конструкции (этажерки) и под технологическое оборудование и все подземные сооружения. Только после этого осуществляют монтаж конструкций этажерок, технологического оборудования, трубопроводов, выполняют все отделочные работы.

Закрытый метод может быть более рациональным в том случае, когда фундаменты под оборудование занимают значительную часть пролетов здания и необходимо возведение развитой сети подземного хозяйства. Это затрудняет передвижение кранов, требует дополнительных затрат на устройство проездов. Закрытый метод позволяет рассредоточить работы, применить самоходные краны, обладающие большей маневренностью и более низкой стоимостью эксплуатации, чем башенные, используемые для монтажа при открытом методе. Большая часть работ выполняется после возведения покрытия здания, что немаловажно для защиты от осадков.

При ***совмещенном методе*** сначала отрывают общий котлован под подземное хозяйство, фундаменты под оборудование и здание. Бетонирование фундаментов под оборудование и другие подземные работы совмещают с монтажом каркаса здания так, чтобы к моменту сдачи фундаментов под оборудование был закончен на других участках работ монтаж каркаса и можно было приступить к монтажу технологического оборудования.

При ***комбинированном методе*** пролеты с большим насыщением технологическим оборудованием и с развитым подземным хозяйством возводят закрытым способом, а пролеты со слаборазвитым подземным хозяйством и небольшим количеством технологического оборудования — открытым. При этом методе монтажные краны располагают в пролетах со слаборазвитым подземным хозяйством.

9.3. Методы возведения одноэтажных промышленных зданий и монтажные механизмы

Практикой выработан ряд методов монтажа строительных конструкций промышленных зданий, применяемых в зависимости от требуемой последовательности производства работ, конструктивной схемы возводимого здания, вида монтажного и технологического оборудования, сроков и порядка ввода зданий в эксплуатацию, очередности поставки сборных конструкций и деталей.

Одноэтажные промышленные здания легкого типа монтируют преимущественно ***раздельным методом***, тяжелого ти-

па — ***комплексным***, но основным методом монтажа подобных зданий является ***смешанный метод.***

Здания легкого типа монтируют самоходными стреловыми кранами на гусеничном и пневмоколесном ходу; среднего типа — самоходными стреловыми, козловыми и башенными кранами; тяжелого типа — башенными кранами большой грузоподъемности в сочетании с гусеничными и мачтово-стреловыми в качестве вспомогательных.

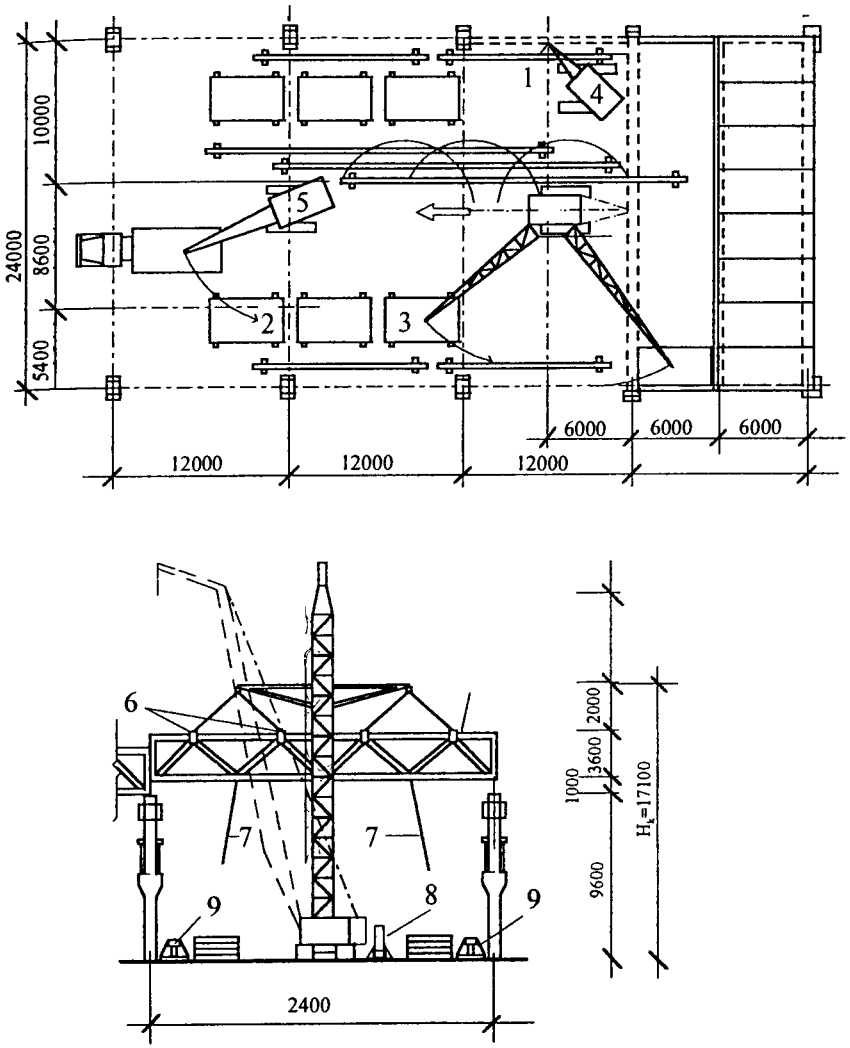
Для монтажа бескрановых зданий при плитах покрытия длиной 12 м в связи с большой массой ферм и необходимостью монтажа плит на значительных вылетах стрелы применяют:

- гусеничные краны с башенно-стреловым оборудованием грузоподъемностью 40 т и более;
- башенные краны при зданиях до трех пролетов по 24 м при работе крана с одного подкранового пути в среднем пролете;
- козловые краны обычного типа при ширине зданий до 36 м;
- козловые краны с предварительно напряженным ригелем при ширине зданий до 66 м; эти краны позволяют осуществлять монтаж конструкций и оборудования одновременно в двух-трех смежных пролетах.

При монтаже зданий легкого и среднего типов часто применяют метод предварительной раскладки элементов в монтажной зоне. В зданиях тяжелого типа монтируемые конструкции подают непосредственно под монтаж (монтаж с колес). Направление подачи элементов обычно противоположно направлению монтажа за исключением элементов, укрупняемых перед подъемом. Предварительную раскладку конструкций обычно осуществляют за 1...2 смены до установки их в проектное положение. Так поступают, чтобы не загромождать пролеты конструкциями и обеспечить свободный маневр монтажного крана (рис. 9.2).

Поточность производства работ — непрерывное и равномерное выполнение монтажных и всех сопутствующих и параллельно выполняемых работ. Все монтажные процессы осуществляют с помощью комплектов подъемно-транспортных и других машин и механизмов, увязанных между собой по основным параметрам, в том числе и по производительности.

Для организации поточного монтажа здание разделяют на захватки и ярусы, а при больших размерах в плане и значительных объемах работ — на монтажные участки или зоны. В пределах каждого участка работы осуществляет отдельная строительная организация, которая располагает необходимыми кранами, площадками и оборудованием для укрупнительной сборки,



Р и с. 9.2. Схема раскладки и монтажа элементов покрытия одноэтажных промышленных зданий:

1 — монтаж подкрановых балок самостоятельным потоком; 2 — разгрузка плит покрытия; 3 — монтаж плит покрытия; 4 — монтажный кран; 5 — дополнительный монтажный кран для разгрузки и размещения элементов в зоне монтажа; 6 — тросы для расстроповки; 7 — оттяжки; 8 — ферма покрытия; 9 — подкрановая балка

монтажными приспособлениями, транспортными средствами для подачи конструкций на монтаж и пр. Установку конструкций одноэтажных зданий, их выверку и окончательное закрепление в пределах каждого участка осуществляют одним или несколькими специализированными потоками каждый со своим механизмом для монтажа однотипных конструкций.

Рациональная организация монтажного процесса — поточность осуществляется путем разделения комплексного монтажного процесса на составляющие и создания заранее установленного ритма монтажа. За определенный промежуток времени должны выполняться сравнительно одинаковые объемы работ при постоянном составе бригады монтажников и комплекта машин. Для проведения монтажа в минимальные сроки следует подготовить необходимый фронт работ, своевременно доставить сборные конструкции в зону монтажа, применить рациональные методы монтажа, подобрать оптимальные монтажные краны.

При возведении одноэтажных промышленных зданий все монтажные работы делят на несколько монтажных потоков. Отдельными специализированными потоками осуществляют монтаж фундаментов, колонн, стенового ограждения, иногда подкрановых балок. Для каждого потока подбирают оптимальную схему движения монтажного крана, рациональную раскладку и складирование сборных элементов, обеспечивающие минимальное число стоянок крана и переналадок строповочных и грузоподъемных устройств.

Монтаж одноэтажных промышленных зданий выполняют из конструкций и деталей, изготовленных на заводах и полигонах, по возможности, в целом виде или крупными частями, т. е. обеспечивающих сокращение подготовительных и послемонтажных работ.

Конструкции, поступающие на стройку отдельными частями, укрупняют до подъема к месту установки в монтажные блоки массой, соответствующей грузоподъемности и другим параметрам монтажных кранов. В монтажные блоки укрупняют, если позволяют условия, отдельные конструктивные элементы, в том числе со смонтированным на них технологическим оборудованием. Таким образом, создают линейные, плоские, пространственные и конструктивно-технологические блоки. При укрупнении конструкций должна быть обеспечена неизменяемость их геометрической формы в процессе монтажа, для этого иногда используют временное усиление блоков. Если позволяют возможности, монтаж необходимо осуществлять преимущественно с транспортных средств, без промежуточного складирования конструкций.

Решение об оптимальных методах монтажа строительных конструкций принимают с учетом всего комплекса местных условий: порядка ввода объекта в эксплуатацию, габаритов здания, целесообразного направления движения монтажных кранов, технико-экономического сравнения различных вариантов возведения. При выборе направления монтажа конструкций здания необходимо учитывать порядок монтажа технологического оборудования. Следует обеспечивать сквозное движение транспорта внутри здания для доставки конструкций под монтаж. Торцы здания закрывают навеской стеновых панелей, но рамы ворот устанавливают в последнюю очередь.

Глава 10

МОНТАЖ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ

10.1. Общие положения

В одноэтажном исполнении проектируют и строят свыше 70% промышленных зданий. Отмечается широкое применение металлоконструкций для перекрытия больших пролетов, особенно в зданиях значительной площади.

Трудоемкость изготовления и монтажа покрытий таких зданий составляет 50...75% общей трудоемкости возведения здания, поэтому от продолжительности монтажа покрытия зависит и срок окончания строительства.

Существующая тенденция размещать в межферменном пространстве инженерные коммуникации, оборудование и устройства приводит к дополнительному увеличению трудоемкости возведения покрытия.

Конструктивные решения покрытия зданий отличаются большим числом узлов примыкания элементов, поэтому очень велика трудоемкость работ по выверке и подгонке отдельных элементов покрытия, особенно по их соединению и закреплению. Кроме этого, поэлементный монтаж покрытий относится к категории верхолазных и наиболее опасных работ, и работы по устройству покрытий выполняют обычно очень медленно.

Широкое применение структурных и крупноблочных покрытий вообще исключает поэлементный монтаж, так как покрытия полностью собирают на земле и могут поднимать на проектные отметки в виде законченных блоков.

Блочный монтаж стал реальностью с началом применения стального оцинкованного профилированного настила и эффективного утеплителя, что позволило собирать блоки покрытия более высокой строительной готовности и массой, соответствующей грузоподъемности отдельных строительных кранов.

Конструктивное решение блоков в металле позволяет отказаться от тяжелых железобетонных ферм и плит покрытия. Для сравнения, блок размером 12 × 24 м в металле весит до 40 т, а масса сборных железобетонных конструкций на ту же ячейку составляет 80...120 т, или в 2...3 раза больше.

10.2. Особенности монтажа зданий разных типов

Монтаж зданий легкого типа. Эти одноэтажные промышленные здания имеют ограниченные геометрические параметры (пролет и высоту), в них часто отсутствуют мостовые краны. В таких зданиях нередко применяют легкие конструкции покрытия: из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения, с фермами из труб, из широкополочных тавров и двутавров, из рамных конструкций каркасов, структурные конструкции покрытий. Все конструктивные элементы зданий легкого типа имеют незначительную массу, которая не превышает 8 т.

К монтажу каркаса здания обычно приступают после завершения работ по нулевому циклу, выполнения бетонной подготовки под полы, что обеспечивает беспрепятственное перемещение внутри строящегося корпуса транспорта и монтажных кранов.

В зависимости от площади здания, его конструктивного решения и связанного с ним объема конструкций применяют поэлементный или блочный монтаж покрытий, со сборкой блоков на стеллажах, стендах и на конвейерных линиях. Рамные конструкции монтируют поэлементно, а структурные — только укрупненными блоками.

Поэлементный монтаж выполняют самоходными кранами — гусеничными, пневмоколесными и автомобильными — грузоподъемностью 10...20 т. Для обеспечения высокого темпа монтажных работ должна быть четко налажена работа склада конструкций с их бесперебойной подачей на монтаж. Укрупнительная сборка конструкций, если она предусмотрена в ППР, должна выполняться на складе, а не на сборочных стендах в монтируемых пролетах. Так будут созданы наиболее благоприятные и безопасные условия для движения автотранспорта и монтажа конструкций «с колес», т. е. их подъема в проектное положение без временного складирования у мест установки.

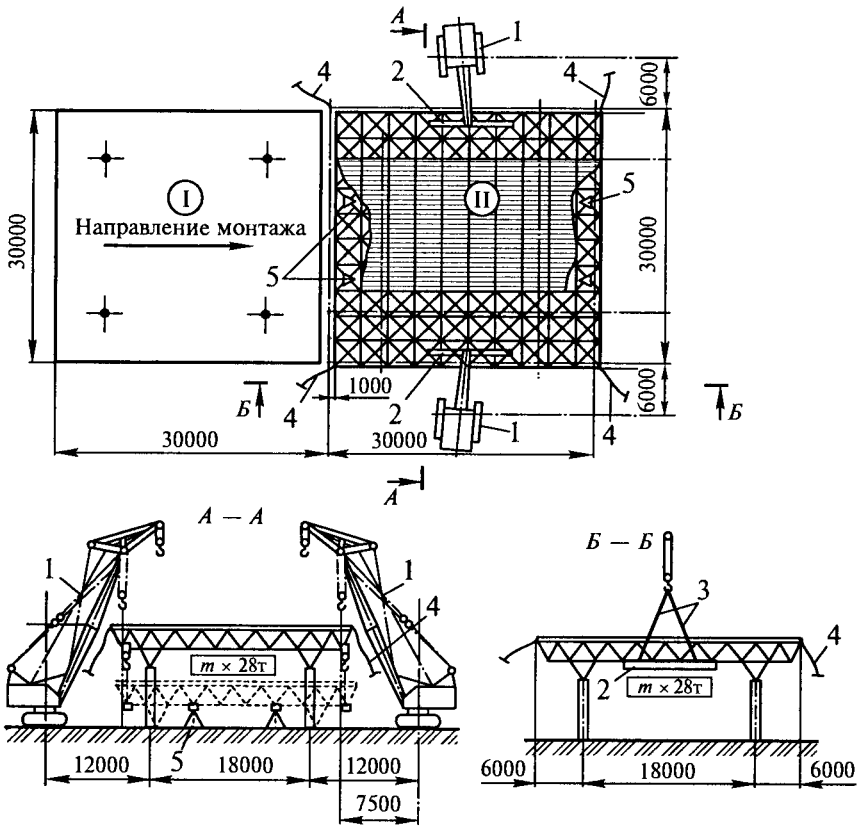
При блочном монтаже применяют монтажные краны грузоподъемностью 40...50 т. Укрупнительную сборку блоков покрытия осуществляют на специальных стендах, которые располагают в рабочей зоне монтажного крана, в монтируемом или смежном пролете здания. Укрупнительную сборку блоков на стендах выполняют мобильным стреловым краном меньшей грузоподъемности.

По мере продвижения монтажа в соседние пролеты стенд перемещают на новую стоянку основным монтажным краном. При большой площади здания и значительных объемах монтируемых конструкций укрупнительную сборку блоков покрытий осуществляют на конвейерной линии.

При монтаже структурных конструкций предусмотрена следующая технология производства работ. Вначале устанавливают колонны, затем у места подъема укрупняют структурный блок покрытия размером 30 × 30 м, при этом блок смещают относительно осей колонн так, что установленные колонны как бы пронизывают укрупненный блок, при этом не касаясь элементов структуры. Поднимают блок в проектное положение двумя кранами (рис. 10.1). Строповку блока осуществляют в четырех точках с использованием специальных траверс. Структурные блоки можно поднимать в проектное положение с применением шевров, а также полиспастами с надколонников. Легкие стеновые ограждения можно монтировать поэлементно, укрупненными элементами из 3...4 панелей или единым элементом на всю высоту здания, состоящим из панелей, укрупненных со стойками и ригелями фахверка.

Монтаж зданий среднего типа. К таким зданиям относятся прокатные станы, блюминги и слябинги, склады заготовок и т. п. Различают два способа производства строительно-монтажных работ — открытый и закрытый. Выбор способа зависит от многих факторов: конструкции каркаса здания, наличия необходимых монтажных механизмов и объемов работ по устройству фундаментов и монтажу на них технологического оборудования.

При *открытом* способе вначале выполняют все работы по устройству фундаментов под оборудование и конструкции, а также по прокладке всех подземных коммуникаций, устройству подвалов, туннелей, всех остальных работ нулевого цикла. Только после выполнения всех этих работ приступают к монтажу каркаса здания. Такой способ требует повышенной четкости и



Р и с. 10.1. Монтаж блока покрытия двумя кранами:

1 — гусеничные краны; 2 — траверсы; 3 — стропы траверсы; 4 — оттяжки из пенькового каната; 5 — временные металлические опоры; I и II — блоки покрытия

организации параллельного выполнения работ, так как наличие большого числа разнообразных сборных и монолитных фундаментов под оборудование, подвалов, перепадов высот пола здания осложняет, а иногда полностью исключает возможность установки и перемещения монтажных механизмов в этих пролетах. В то же время при открытом способе широким фронтом можно выполнять объемные земляные работы, возведение фундаментов под конструкции здания и технологическое оборудование, прокладку всех инженерных коммуникаций.

При *закрытом* способе сначала возводят каркас здания, начиная с земляных работ, осуществляют устройство монолитных и сборных фундаментов под каркас, монтаж всех надземных конструкций здания, включая покрытие и устройство кровли. Только после этого появляется возможность отрывать котлованы и бетонировать фундаменты под технологическое оборудование.

При таком способе организации работ создаются хорошие условия для работы монтажных механизмов и монтажа каркаса здания. Но подрядные организации должны будут выполнять свои работы в две стадии — сначала земляные работы и устройство фундаментов под каркас здания, затем аналогичные работы под технологическое оборудование.

Монтаж зданий тяжелого типа. К таким зданиям относятся цехи заводов тяжелого машиностроения. Здания тяжелого типа имеют сложные конструктивные решения, монтажные элементы большой массы, нередко превышающей 100 т, требуется тщательная проработка ППР для выбора наиболее рациональной технологии производства строительных работ.

Монтаж таких зданий, имеющих большие объемы работ (20...30 тыс. т стальных конструкций), часто в стесненных условиях требует применения особо мощного монтажного оборудования, специальных приспособлений и такелажа.

10.3. Конвейерная сборка и крупноблочный монтаж

В России метод конвейерной сборки и крупноблочного монтажа впервые был применен в 1970 г. на строительстве механосборочного цеха Горьковского автомобильного завода, где были смонтированы 432 блока покрытия размером 12 × 24 м и массой 40 т. Блоки состояли из парных подстропильных ферм и двух стропильных ферм, смещенных на 3 м от осей колонн, имели дополнительно светоаэрационные фонари шириной 12 м. Готовые блоки включали не только стальные конструкции блока, но и строительную часть кровли (пароизоляция, утеплитель, рулонный ковер, гравийная защита) и промышленные проводки (вентиляционные воздухопроводы, сантехнические устройства и др.), т. е. имели полную строительную готовность. В проектном положении из строительных работ выполняли лишь стыки кровли по кромкам блоков.

10.3.1. КОНСТРУКЦИИ БЛОКОВ ПОКРЫТИЯ И СПОСОБЫ ИХ СБОРКИ

Конструкция блоков покрытия. Блок покрытия — пространственная система, неизменяемость которой обеспечивается за счет наличия горизонтальных и вертикальных связей в конст-

рукции и благодаря «диску», образованному стальным профилированным настилом.

Размеры блоков при модуле 6 м от 12 × 18 до 36 × 36 м, площадь блоков 216...1300 м^2, масса 30...190 т. Максимальные по площади ранее изготовленные и смонтированные блоки имели размеры 24 × 144 м при массе 640 т. Все блоки были оборудованы светоаэрационными фонарями.

На более поздней стадии применения метода был исключен существенный конструктивный недостаток — утяжеление блока покрытия из-за необходимости обеспечивать при монтаже его геометрическую неизменяемость. Были разработаны конструкции блоков, удобных при их изготовлении, транспортировании и монтаже при последовательности установки по принципу «блок к блоку» с минимумом работ на высоте. При этом на конвейере выполняется основной объем работ по устройству покрытия и лишь 10...12% трудозатрат занимает крепление блоков на высоте и заделка швов кровли.

Разновидностей блоков покрытия более 50, основных тенденций их проектирования три (рис. 10.2):

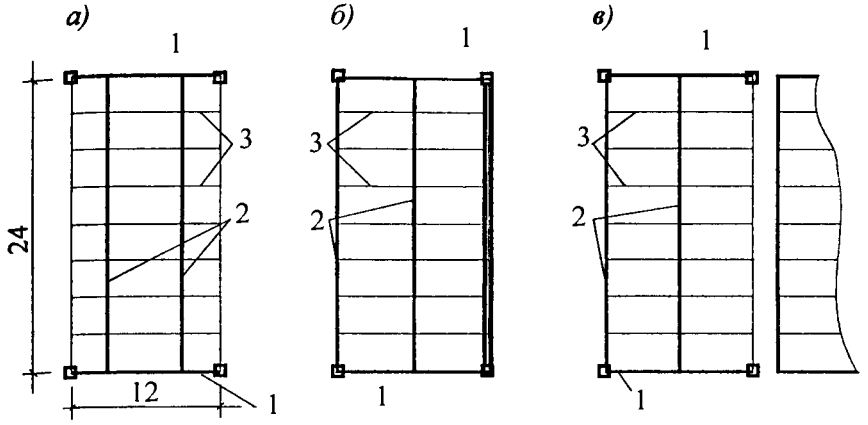
1. *Симметричные* блоки — в них 2 подстропильные и 2 стропильные фермы со смещением от оси колонн на 3 м;

2. *Квазисимметричные* блоки — в них 2 подстропильные и 3 стропильные фермы, из них две крайние — облегченные, расположенные по осям колонн и рассчитываемые исходя из меньшей грузовой площади;

3. *Несимметричные* блоки — в них отсутствует одна из ферм (подстропильная или стропильная).

Способы сборки блоков покрытия. В практике строительства нашли применение три способа сборки блоков — поточно-стендовый, конвейерный и стендово-конвейерный.

При *поточно-стендовом* способе сборочную линию собирают из ряда стационарных стендов, на которых выполняется последовательно весь комплекс работ от начала укрупнения металлоконструкций до устройства кровли. Стенды располагают в непосредственной близости от возводимого здания и, одновременно, складов металлоконструкций и строительных материалов. Стенды оборудуют подмостями и грузоподъемными механизмами. Блоки покрытия на стендах в процессе производства работ остаются неподвижными. Работы на стендах выполняют мобильные специализированные звенья монтажников металлоконструкций, строителей и монтажников технологического оборудования. У работников нет постоянного рабочего места, закончив работу на одном стационарном блоке, они перебазируются на другой стенд для производства того же вида работ.



Р и с. 10.2. Типы блоков покрытия:

а, б — блоки с симметричной структурой; *в* — несимметричный блок; 1 — подстропильная ферма; 2 — стропильная ферма; 3 — прогоны

Но эти переходы и перемещение инструментов, материалов и механизмов приводят к значительным потерям рабочего времени, что особенно заметно при большом числе стендов. Но стендовый способ обеспечивает ритмичность — достигается одинаковая продолжительность работ на блоках. Готовые блоки транспортируют и монтируют обычным порядком в соответствии с предусмотренной механизацией этих работ.

Предварительное укрупнение конструкций в блоки при производстве монтажных работ имеет ряд достоинств:

- незначительные материальные и трудовые затраты на устройство поточно-стендовой линии;
- увеличение выработки рабочих в 1,3...7 раз;
- высокая экономическая эффективность по сравнению с поэлементным монтажом на проектных отметках;
- возможность использования менее дорогих монтажных кранов с меньшей грузоподъемностью для сборки блоков;
- исключение опасных верхолазных работ по сборке, так как она осуществляется на земле или на стендах, оснащенных подмостями;
- увеличение массы одного подъема;
- значительное повышение качества работ благодаря доступности постоянного контроля;
- сокращение общей продолжительности работ, так как можно увязать продолжительность изготовления одного укрупненного блока с продолжительностью его монтажа;

• эффективно используется грузоподъемность основного монтажного механизма и исключаются его простои.

Число сборочных стендов обычно колеблется от 2 до 6, и соответственно число собираемых на них блоков от 1 до 5 в сутки.

10.3.2. КОНВЕЙЕРНАЯ СБОРКА

Сущность конвейерной сборки блоков покрытия производственных зданий состоит в том, что на отдельной площадке, расположенной в непосредственной близости от строящегося объекта, оборудованной специальными приспособлениями и грузоподъемными механизмами, методом пооперационной сборки элементов металлоконструкций создают жесткий пространственный блок покрытия определенного размера. Процесс укрупнения блока разделяют на ряд этапов с выполнением на каждом из них определенной части сборочных работ.

На первой стоянке конвейера (рис. 10.3) жестко заделаны четыре стальные стойки (оголовки колонн) с принятой для здания сеткой, например 12 × 24 м. Первая стоянка оборудована стендом, который обеспечивает большую точность геометрических размеров установленных двух подстропильных и стропильных ферм и позволяет жестко закрепить их между собой. Собранный блок с помощью домкратов поднимают на высоту 10...15 см, с «нулевой» стоянки по рельсовым путям подкатывают четырехколесную балансирную тележку (по два колеса с каждой стороны) или две независимые двухосные тележки, блок опускают на них и закрепляют. Дальнейшее перемещение блока по конвейеру будет осуществляться на этой тележке.

Все тележки конвейера соединены между собой, все блоки с одной стоянки на другую перемещают по рельсовым путям одновременно через равные промежутки времени, на одинаковое расстояние с помощью электролебедки и полиспаста. Совокупность рельсовых путей, тележек, приспособлений для сборки и перемещения блоков называют **конвейером**.

Продолжительность операций, выполняемых на каждой стоянке, должна быть одинаковой, в противном случае невозможно соблюсти постоянный ритм сборки, т. е. равный интервал времени между перемещениями блоков с одной стоянки на другую.

Собранную на первой стоянке конструкцию перемещают на вторую стоянку, где продолжают сборку, а на освободившемся месте приступают к сборке конструкций следующего

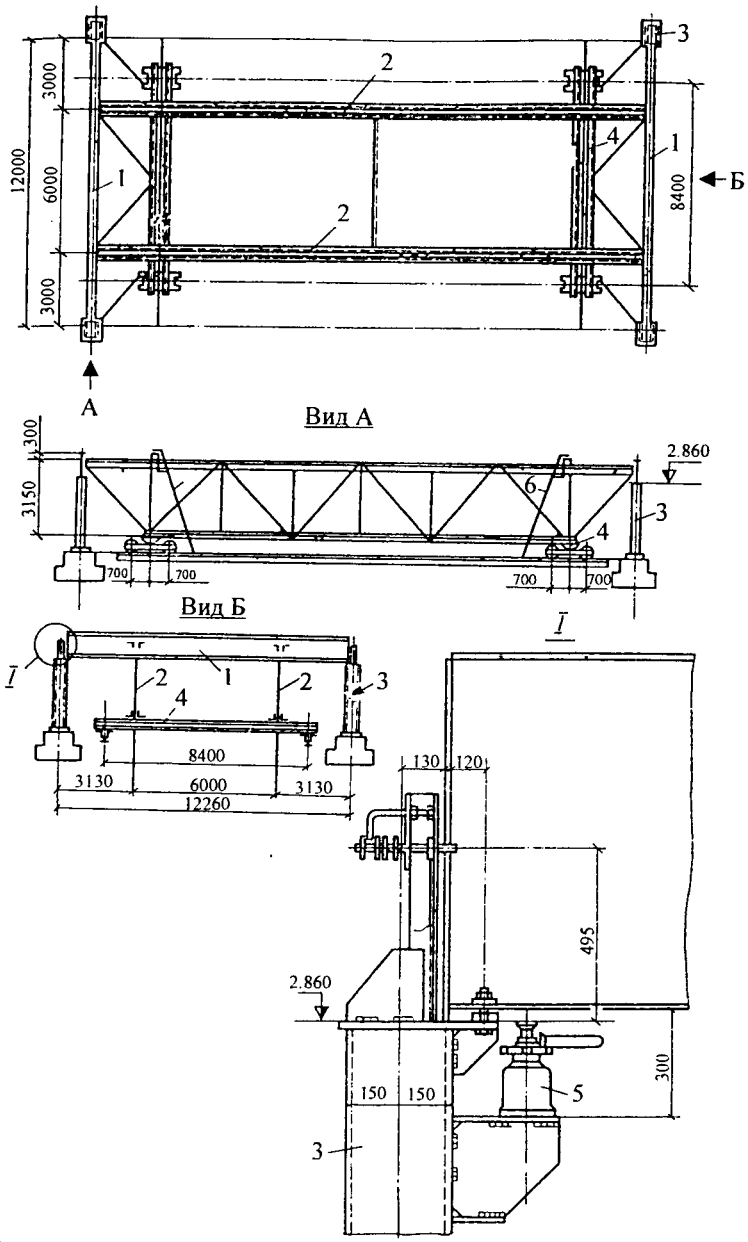


Рис. 10.3. Кондуктор для сборки блока покрытия на первой стоянке конвейера:

1 — подстропильные балки; 2 — стропильные фермы; 3 — стойка кондуктора; 4 — конвейерные тележки; 5 — винтовой домкрат; 6 — монтажная лестница с площадкой

блока. Места конвейера, на которых выполняют отдельные этапы сборки, называются стоянками конвейера.

Стоянка — рабочее место для выполнения определенного строительного процесса — оснащается для максимальной механизации работ кондукторами, подмостями, средствами малой механизации, высокопроизводительным оборудованием и электрифицированным инструментом.

В зависимости от конструктивного решения блока покрытия на первых 3...6 стоянках выполняют сборку стальных конструкций блока покрытия: стропильных и подстропильных ферм, связей, прогонов, укладку и закрепление стального профилированного настила, светоаэрационных фонарей. На последующих стоянках заполняют межферменное пространство, окрашивают конструкции, устраивают кровлю, прокладывают промышленные проводки.

Стоянки конвейерной линии обустраивают стационарными подмостями и переходными мостиками, конструкции которых зависят от вида выполняемых работ. Одновременно передвигаясь на тележках по рельсовым путям, каждый собираемый блок проходит рабочие стоянки конвейера, где кроме сборки металлоконструкций и окраски последовательно выполняются работы по монтажу санитарно-технического оборудования, электроаппаратуры и вентиляционных трубопроводов, а также общестроительные работы по устройству кровли и остеклению. На последней стоянке осуществляют приемку укрупненных блоков.

Такие блоки покрытия, сходя с конвейера, приобретают полную строительную готовность и после их приемки транспортируются в зону монтажа, где краном соответствующей грузоподъемности или другими средствами их устанавливают в проектное положение. Освободившиеся тележки перемещают к началу конвейера.

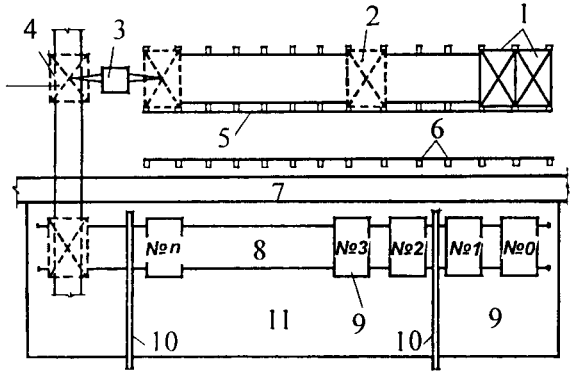
Продольное расположение блоков на конвейере позволяет применить для их сборки краны с меньшим вылетом стрелы, а следовательно, и меньшей грузоподъемности, но увеличивает длину конвейерной линии и протяженность рельсовых путей. Поперечное расположение блоков уменьшает длину конвейера, но требует применения кранов большей грузоподъемности и с более длинной стрелой.

Для обеспечения безопасности при одновременной работе нескольких кранов, обслуживающих конвейерную линию, их максимальное сближение должно исключать аварийные ситуации при поворотах стрел навстречу друг другу. С этой целью на опасных участках предусматривают стоянки, на которых выполняют работы, для которых не требуется крановое оборудование. Обычно для сборки стальных конструкций и их окраски при продольном расположении на конвейере требуется 8...10 стоянок, для устройства кровли и монтажа промышленных проводок — до 6 стоянок. Таким образом, общая длина конвейера в среднем достигает 16 стоянок.

Место расположения конвейера относительно строящегося здания зависит от конфигурации этого здания, наличия свободных площадей (территории), возможности размещения рядом с конвейерной линией склада стальных конструкций, материалов для общестроительных и специальных работ. Если возводится комплекс зданий, может быть запроектирован вариант, когда конвейер будет обслуживать несколько возводимых зданий, при стесненной территории конвейер может быть расположен в одном из пролетов возводимого здания.

Особенности конвейерной сборки включают в себя (рис. 10.4):

- создание зоны конвейерной сборки, оснащенной кондукторами для обеспечения устойчивости и геометрической неизменяемости блока;
- крановые пути и тележки для транспортирования собираемых блоков;
- подмости и другая оснастка для удобства сборки;
- складская зона, расположенная параллельно конвейеру, для сортировки, промежуточного укрупнения конструкций и подачи их в зону сборки на конвейере;



Р и с. 10.4. Общая схема организации работ «конвейер—блочный монтаж»:
1 — смонтированные блоки покрытия; 2 — перемещение блока на установщике к месту установки; 3 — кран для перестановки блока с тележки на установщик; 4 — транспортная тележка с блоком; 5 — ранее смонтированные подкрановые балки с рельсами; 6 — колонны каркаса здания; 7 — дорога для доставки на конвейер материалов и конструкций; 8 — конвейер; 9 — стоянки конвейера; 10 — козловые краны для обслуживания конвейера; 11 — склад материалов и конструкций при конвейере

• применение специального оборудования для транспортировки блоков по конвейеру и установки их в проектное положение;

• разбивка комплекса работ по изготовлению каждого блока на отдельные циклы производства монтажных, общестроительных и специальных видов работ;

• специальные виды работ для монтажа технологических трубопроводов, вентиляционных шахт, коробов и воздуховодов, трубопроводов для внутреннего водостока и закрепление необходимого электротехнического оборудования.

Преимущества сборки блоков на конвейере:

• существенное повышение производительности труда за счет специализации рабочих мест, разбивки работ на сложные операции, которые в свою очередь делятся на простые;

• ритмичность и поточность производства работ;

• максимальная механизация строительно-монтажных работ (возле рабочих мест размещают инструмент, материалы и конструкции, специальную рабочую оснастку);

• перемещение блока от стоянки к стоянке специальным тележечным конвейером.

В зависимости от конструктивного решения блока, насыщенности его технологическим оборудованием, распределения выполняемых процессов по стоянкам число стоянок может изменяться от 7 до 16. По трудоемкости процессов на каждой стоянке определяется единый ритм перемещения конвейера и численность рабочих. Для зимних условий над отдельными стоянками конвейера (окраска конструкций, устройство кровли и т. д.) устраивают тепляки.

Основные принципы разбивки всего цикла работ на конвейере на отдельные участки или стоянки:

• максимальная численность рабочих на одной стоянке 10 чел.;

• однотипность выполняемых работ;

• возможность выполнить весь объем работ на стоянке за время перемещения конвейера — 2, 3 или 4 ч.

Распределение процессов на конвейере с 16 стоянками:

Стоянка № 1. Сборка подстропильных и стропильных ферм на тележке конвейера, оборудованной сборочным шаблоном.

Стоянка № 2. Монтаж прогонов, вертикальных и горизонтальных связей.

Стоянка № 3. Монтаж ферм аэрационных фонарей.

Стоянка № 4. Монтаж остальных конструкций аэрационного фонаря, установка лесов и подмостей для отделочных работ, очистка металлоконструкций перед окраской.

Монтаж сантехнического, электротехнического, вентиляционного оборудования, технологических коммуникаций ведут параллельно с монтажом металлоконструкций, продолжительность этих работ на стоянке № 3 — 1 ч, на стоянке № 4 — 2 ч.

Стоянка № 5. Грунтовка поверхностей, первая покраска эмалью.

Стоянка № 6. Вторая и третья покраски эмалью, разборка подмостей.

Стоянка № 7. Укладка профнастила на окрылках блока. Кран обслуживает стоянки 7 и 8.

Стоянка № 8. Укладка профнастила на фонаре.

Стоянка № 9. Устройство карнизных свесов и примыканий к фонарям.

Стоянка № 10 (резервная). Технический осмотр собранного блока, устранение недоделок, сдача блока под устройство кровли.

Стоянка № 11. Устройство паро- и теплоизоляции. Бригада состоит из четырех звеньев.

Стоянка № 12. Устройство основного гидроизоляционного ковра и сверху — защитного слоя. Бригада — 4 звена.

Стоянка № 13. Примыкание кровли к фонарю, устройство защитного слоя. Бригада — 3 звена.

Стоянка № 14. Остекление металлических оконных переплетов, монтаж сантехнических и вентиляционных трубопроводов.

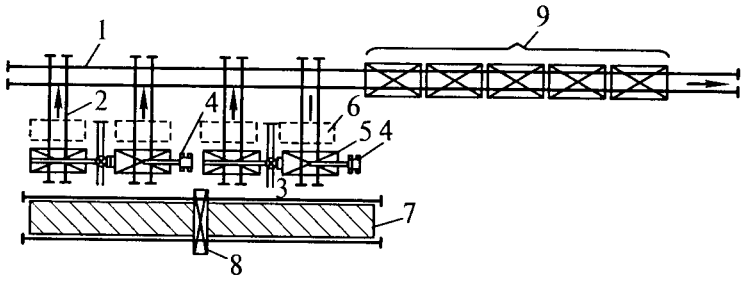
Стоянка № 15. Монтаж воздуховодов, установка элементов вентиляционных систем, окраска трубопроводов.

Стоянка № 16. Завершение всех специальных работ, монтаж электрооборудования и установка всей арматуры. Устранение обнаруженных дефектов и недоделок по всем видам работ.

Так, для конвейера с 16 стоянками было заготовлено 20 тележек с двумя осями на колею 840 см, из них 16 тележек — на стоянках конвейера, одна — на подкатке под блок на стоянке № 1, одна — на путях возврата, две тележки — в резерве.

При сборке стальных конструкций на конвейере в среднем занято до 50 монтажников в каждую смену, задействован большой парк монтажных механизмов. При вынужденных остановках конвейера монтажники несут значительные потери рабочего времени, ритм работы конвейера сбивается. Эти недостатки устраняются при *стендово-конвейерной* сборке блоков.

При этом методе укрупнение блоков покрытия на стендах не зависит от работы всех остальных смежников. Сборка блоков на стенде опережает ритм конвейера и создает возможность накопления собранных блоков в начале конвейерной



Р и с. 10.5. Схема стендово-конвейерной сборки блоков покрытия:

1 — пути конвейерной линии; 2 — поперечные пути; 3 — основной монтажный кран; 4 — вспомогательный кран; 5 — стенды сборки блоков покрытия; 6 — накопитель блоков покрытия; 7 — склад конструкций; 8 — козловой кран; 9 — стоянки на конвейере для выполнения общестроительных работ

линии, на которой в этом случае выполняются работы всех смежных организаций, которые доводят блоки до полной строительной готовности. Стенды работают отдельно от конвейера, и их число при необходимости может быть увеличено или уменьшено (рис. 10.5).

Конвейерная линия, в зависимости от местных условий, может быть расположена параллельно или перпендикулярно продольному фасаду. При отсутствии свободной территории, примыкающей к строящемуся зданию и пригодной для развертывания конвейера, он может быть размещен в одном из пролетов строящегося корпуса и будет обслуживаться технологическими мостовыми кранами, смонтированными в пролете до начала работ на конвейере. Готовыми блоками покрытия в первую очередь закрывают этот пролет, что создает благоприятные условия для выполнения кровельных, стекольных и окрасочных работ на блоках, собираемых на конвейере.

10.3.3. СКЛАДЫ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОНВЕЙЕРЕ

Склад металлоконструкций располагают вдоль конвейера для приемки, сортировки и частичного укрупнения металлоизделий. Между складом и конвейером устраивают автодорогу с покрытием из специальных дорожных плит для транспортирования грузов автотранспортом, передвижения самоходных кранов, осуществляющих монтаж на конвейере. Склад обычно дополнительно обслуживают 2...3 козловых крана. Эти краны очень тихоходны и не в состоянии обслуживать сам конвейер, но для погрузочно-разгрузочных работ они вполне приемлемы.

Склады отдельных материалов и конструкций примыкают к автодороге и располагаются в непосредственной близости от стоянок конвейера с соответствующим набором работ.

При конвейере, расположенном в одном из пролетов строящегося здания, блоки необходимо перемещать в пролете узкой стороной, размер примыкающего склада также будет ограничен.

10.3.4. СПОСОБЫ БЛОЧНОГО МОНТАЖА

Конвейерную сборку и крупноблочный монтаж выполняют различными методами, которые могут отличаться применяемым оборудованием и расположением конвейерной линии.

Полностью готовый блок с помощью передаточной тележки переставляют на пути поперек конвейера и перемещают вперед с помощью электролебедки.

На выбор подъемно-транспортных механизмов для перемещения блоков вдоль пролета к месту установки влияют следующие факторы:

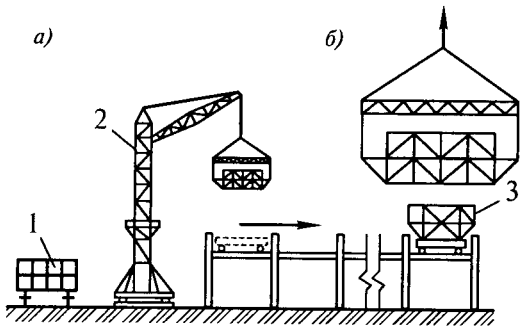
- масса блока;
- насыщенность подземной части здания фундаментами под оборудование, коммуникациями в период их возведения, способ их возведения (открытый или закрытый) и др.

Исходя из этих основных критериев, разработаны две основные схемы перемещения блока с конвейера:

- блок с помощью подъемно-транспортных механизмов, оборудования и устройств перемещают к месту установки по наземным путям, где его поднимают и устанавливают в проектное положение;
- блок поднимают с конвейера, опускают на несущие конструкции каркаса здания — подкрановые балки или подстропильные фермы и перемещают по ним надвижкой в проектное положение.

Разработаны и применяются следующие способы транспортирования готового блока вдоль пролета:

- низким установщиком, перемещающимся по подкрановым балкам;
- тяжелым башенным краном, перемещающимся в среднем из трех пролетов по рельсовым путям, или самоходным гусеничным краном большой грузоподъемности;
- специальным подъемным устройством;
- высоким установщиком, перемещающимся по собственным рельсовым путям в каждом пролете;
- высоким установщиком на пневмоходу;



Р и с. 10.6. Схемы перемещения блоков покрытия с конвейера на установщик:

а — перемещение укрупненного блока с конвейера на низкий установщик; *б* — строповка блока; 1 — готовый блок покрытия перед подачей в зону установки; 2 — перестановка блока на установщик; 3 — перемещение блока вдоль пролета к месту установки

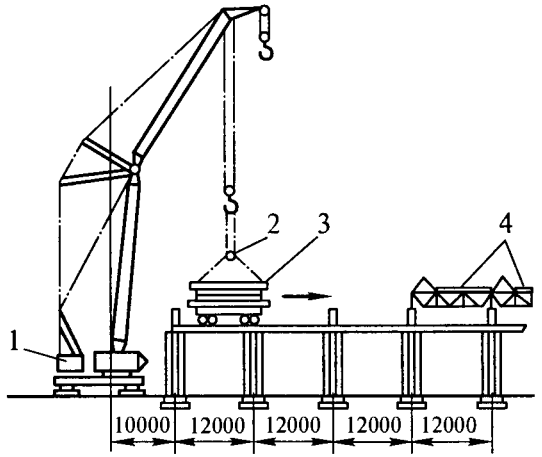
• низким установщиком, перемещающимся по заранее смонтированным подстропильным балкам или фермам;

• большепролетным козловым краном, позволяющим монтировать блоки в трех пролетах без установщика.

Подъем блока с тележки конвейера осуществляется краном с помощью балочных траверс—распорок. Захватывают блок двухветвевыми стропами через башмаки, закрепленные болтами за верхние пояса концов подстропильных ферм (рис. 10.6). Поясним основные схемы монтажа блоков покрытия полной строительной готовности.

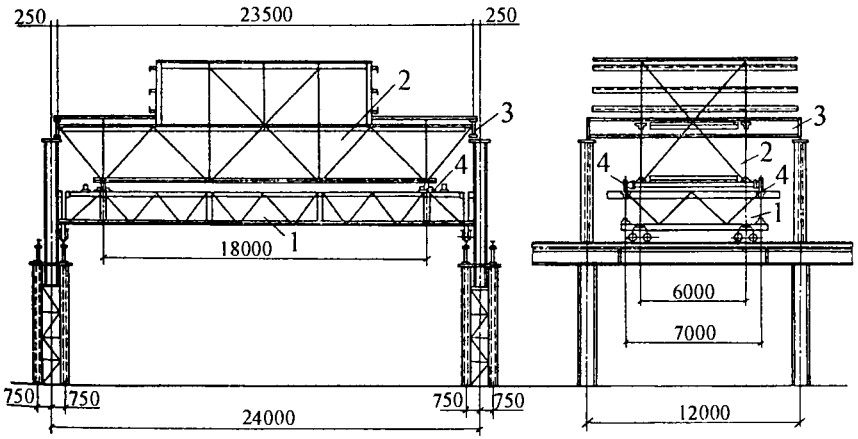
1. Блоки покрытия укрупняют на конвейере, подают по рельсовым путям конвейерной линии к монтируемому пролету. Монтажным краном блок поднимают с тележки, переставляют на установщик, который перемещается по рельсам на подкрановых балках, транспортируют к месту монтажа и опускают на опорные площадки колонн (рис. 10.7). Блок ставят в проектное положение путем опускания его с помощью домкратных устройств установщика.

Установщик представляет собой пространственную конструкцию, подобную мостовому крану, оборудованную домкратами для вертикального перемещения установленного на нем блока покрытия (рис. 10.8). На установщике блок, расположенный на четырех домкратах, перемещают вдоль пролета выше колонн, на рабочее место его опускают при синхронной работе всех домкратов. Блок опускают на оголовки колонн и соединяют с ранее смонтированными блоками. Конструкция



Р и с. 10.7. Монтаж блоков покрытия, схема «монтажный кран — установщик»:

1 — монтажный кран; 2 — траверса; 3 — блок покрытия на установщике; 4 — ранее установленные блоки



Р и с. 10.8. Установщик для подачи и монтажа блоков:

1 — установщик; 2 — блок; 3 — подстропильная балка блока; 4 — домкратное устройство

установщика позволяет осуществлять выверку и рихтовку в плане устанавливаемого блока. Освободившийся установщик перемещается в торец пролета для приемки очередного блока. В последней ячейке пролета установщик краном переставляют в соседний пролет, а крайний блок устанавливают на место

непосредственно монтажным краном. Это наиболее распространенный вариант перемещения блоков. При массе блоков покрытия 30...45 т блок, установленный на низкий установщик, перемещают в проектное положение с помощью лебедки.

2. Блоки покрытия подают в рабочую зону монтажного крана. Монтажный кран на рельсовом ходу перемещается в среднем из трех монтируемых пролетов (рис. 10.9). Кран выбирают по техническим характеристикам, которые обеспечивают подъем и установку блоков покрытия в этих пролетах.

3. Блоки поднимают и устанавливают на установщик с помощью специального подъемного устройства (рис. 10.10). Установщик перемещается по подкрановым путям и в месте установки блока опускает его в проектное положение с помощью домкратов.

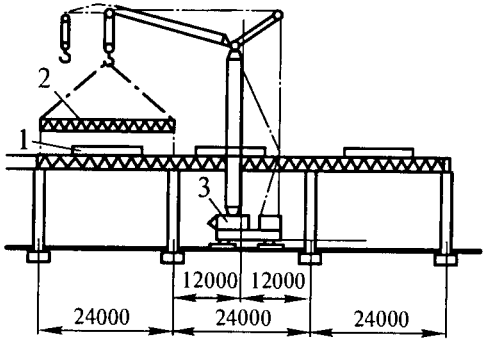
4. Блок с помощью портального перегружателя поднимают и устанавливают на наземный установщик, который, перемещаясь по рельсовым путям вдоль пролета, монтирует блоки покрытия (рис. 10.11).

5. Блок устанавливают на специальный транспортный портал, перемещают к рабочему пролету и переставляют на установщик.

6. Блоки монтируют на специальном стенде, расположенном у места подъема. Укрупненный блок полной строительной готовности поднимают и устанавливают в проектное положение монтажным краном, которым также, при необходимости, перемещают стенд на новую позицию (рис. 10.12).

7. На конвейерной линии осуществляется только сборка металлоконструкций блока, установка таких блоков может осуществляться одним из первых четырех методов.

8. На специальных стендах металлические конструкции блока укрупняют и складируют отдельно от конвейера, но в



Р и с. 10.9. Монтаж блока покрытия самоходным краном:

1 — устанавливаемый блок покрытия; 2 — траверса; 3 — монтажный кран СКР-1500

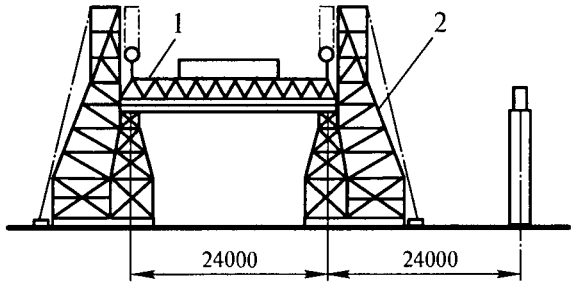
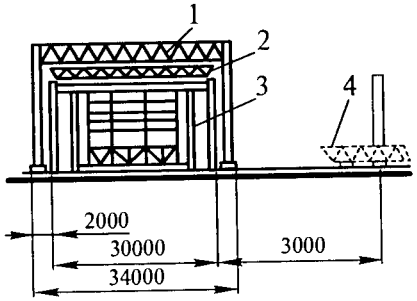


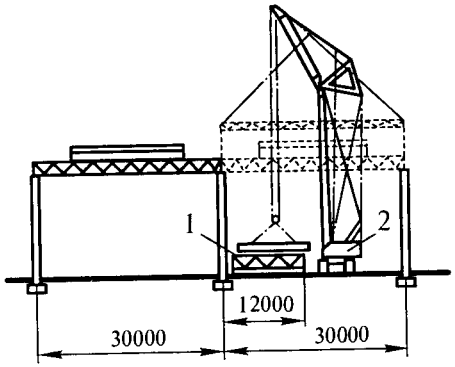
Рис. 10.10. Монтаж блоков покрытия, схема «подъемное устройство — установщик»:

1 — блок покрытия на установщике; 2 — подъемное устройство



Р и с. 10.11. Монтаж блоков покрытия наземным установщиком:

1 — портальный перегружатель; 2 — блок покрытия на установщике; 3 — наземный установщик; 4 — блок покрытия на конвейерной тележке



Р и с. 10.12. Монтаж блока покрытия с переставляемого стенда:

1 — блок покрытия на стенде; 2 — монтажный кран

непосредственной близости от него. По мере необходимости укрупненные блоки перемещают на конвейер для устройства кровли и монтажа промышленных проводок. При этом методе работа монтажников не зависит от перебоев в работе конвейера и гарантированно обеспечивает любой ритм его работы. При необходимости число стендов для сборки металлоконструкций может быть увеличено.

Из рассмотренных выше методы монтажа 1 и 2 широко применяют на практике, несмотря на значительные простои тяжелых монтажных кранов, в задачу которых входит только подъем и установка в проектное положение блока покрытия. На такую установку обычно затрачивается 1,5...2 ч. При ритме работы конвейера 3...4 ч на блок монтажный кран будет простаивать более 50% рабочего времени. Кроме того, перебазирование, демонтаж и монтаж крана, устройство подкрановых путей являются трудоемкими и дорогостоящими операциями, они могут окупиться только при большом объеме работ. Поэтому есть тенденция применять для этих целей козловые краны, предпочтение следует отдавать бескрановым методам монтажа (краны-укосины, портальные или мачтовые устройства), которые часто оказываются более эффективными.

10.3.5. ДОСТОИНСТВА И ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДА

Конвейерная сборка объемных элементов покрытия вблизи строящегося здания позволяет благодаря разделению всех работ на отдельные операции осуществлять их выполнение в основном на земле, а не на высоте, с высокой степенью механизации, узкой специализацией рабочих, резко поднять производительность труда.

Достоинства конвейерной сборки и блочного монтажа:

• использование блоков покрытия полной строительной готовности, собранных на земле;

• применение легких металлических конструкций для несущей части блока и покрытия (металлические фермы, структуры, профилированный настил) вместо тяжеловесного железобетона;

• использование легкого плитного или рулонированного утеплителя и отсутствие необходимости устройства цементной стяжки и гравийной посыпки;

• создание в результате сборки блоков покрытия элементов, легко транспортируемых и монтируемых современными механизмами или средствами вертикального транспорта;

• перенос максимального объема работ на конвейер, где у рабочего есть постоянное рабочее место, под рукой необходимая оснастка, материалы и конструкции. На земле в более комфортных условиях по сравнению с работой на высоте значительно сокращаются трудозатраты на сборке блоков из металлоконструкций, установке инженерных коммуникаций, устройстве кровли, стекольных и окрасочных работах (табл. 10.1). Конвейер — разновидность заводской технологии, когда исполнители имеют постоянные рабочие места, а продукция (собираемые блоки покрытия) перемещается;

Таблица 10.1. **Трудозатраты на блок 36 × 36 м, чел.-дни**

Процесс	Поэлементный монтаж	Конвейер
Монтаж металлоконструкций	286	111
Устройство кровли	84	38
Стекольные работы	37	7
Окраска металлоконструкций	30	6
Монтаж коммуникаций	187	126
Монтаж блока	—	24
Итого	624	312

• специализация — еще один важный критерий максимальной производительности труда, благодаря которой продолжительность возведения покрытий по ряду смонтированных объектов сократилась в 1,8...2 раза. За смену монтируется на высоте от 2 до 4 готовых блоков;

• снижение сверхтрудоемких верхолазных работ на 90%, что в свою очередь приводит к повышению производительности труда, качества работ и улучшает безопасность труда рабочих. Работы выполняются в стационарных условиях, имеется возможность использовать удобные приспособления и инструмент;

• освобождение пролетов зданий от тяжелых монтажных кранов, что позволяет значительно раньше в этих пролетах выполнять и завершать работы нулевого цикла — бетонирование фундаментов под технологическое оборудование, технологические каналы, туннели, встроенные помещения и т. д.;

• выполнение всех работ не последовательно, как на стенде, а параллельно, одновременно на всех стоянках конвейера, уровень совмещения работ оказывается несравненно выше. Необходимые заготовительные и подготовительные процессы можно выполнять рядом с конвейером. Трудоемкость на конвейере по сравнению со стендовым методом на разных объектах снижается в 1,3...1,8 раза;

• поточность работ не только на конвейере, но и в целом на объекте. Под ритм конвейера нужно готовить отдельные пролеты здания, а значит выполнять работы нулевого цикла, установку колонн, подкрановых балок, рельсов по ним, в этом же ритме можно организовать все последующие работы;

• выполнение не любых из возможных объемов работы, а тех, которые подготавливают фронт работ для других исполнителей. В частности, организации, монтирующие специальное и технологическое оборудование, включаются в работу на более ранней стадии строительства в процессе изготовления блоков покрытия, не дожидаясь завершения монтажа каркаса;

• возможность выполнения кровельных и отделочных работ в «тепляках».

Таким образом, трудозатраты при конвейерном методе монтажа в 2 раза меньше, чем при поэлементном.

Основными предпосылками для применения метода конвейерной сборки и блочного монтажа являются:

• достаточно большие размеры здания (минимальная площадь 15 тыс. $м^2$);

• единое конструктивное решение блоков покрытия;

• наличие в здании пролетов большой длины, параллельных друг другу, а также мостовых кранов во всех пролетах здания, а следовательно, и подкрановых путей;

• одинаковая высота пролетов;

• облегченная конструкция покрытия и кровли (стальной профилированный настил и эффективный утеплитель);

• сжатые сроки строительства, достаточная интенсивность финансирования;

• возможность поточного ведения всех строительных работ;

• применение оборудования, оснастки и приспособлений, которые могут быть многократно использованы на других подобных объектах.

Наиболее важной предпосылкой является монтаж опережающими потоками колонн, подкрановых балок и рельсовых путей по ним самоходными, обычно гусеничными кранами. Эти элементы каркаса следует изготавливать с повышенной точностью, торцы и опорные части при необходимости фрезеруют. Независимо от принятого метода возведения здания монтаж колонн и подкрановых балок необходимо осуществлять самостоятельными стреловыми самоходными кранами параллельно с устройством конвейера. К началу работы конвейера должны быть смонтированы колонны и балки не менее чем в одном пролете.

Конвейерный способ сборки и крупноблочного монтажа — принципиально новый метод организации строительно-монтажного производства. Технико-экономический эффект достигается не только на монтаже металлоконструкций, но главным образом, на других видах общестроительных и специальных работ. Данный метод создает широкие возможности для совмещения и механизации строительно-монтажных работ, повышает культуру производства и качество работ.

Конвейерный метод объединяет крупноблочный монтаж, позволяющий сократить сроки строительства и самый производительный способ укрупнительной сборки — сборку на конвейере. Данный метод монтажа одноэтажных производственных зданий блоками полной строительной готовности обладает рядом преимуществ, важнейшие из которых:

• сокращение сроков строительства;

• повышение качества строительно-монтажных работ;

• повышение производительности труда,

• улучшение условий труда рабочих и ИТР;

• значительное уменьшение опасных верхолазных работ.

Выбор вариантов монтажа здания. При разработке ППР и выборе основного варианта монтажа рассматривают для сравнения поэлементный, блочный и конвейерно-блочный варианты. Кроме этого учитывают конкретные условия строительной площадки, наличие требуемого парка строительных механизмов, оборудования, приспособлений. Выбранный вариант должен быть экономичнее остальных и обеспечивать выполнение строительно-монтажных работ в наиболее сжатые сроки.

Если в качестве основного варианта принят монтаж здания с применением конвейера, проект должен быть обоснован экономически. При невозможности создания конвейера по этим причинам рассматривают вариант мини-конвейера, при котором укрупняют только стальные конструкции собственно блоков покрытия с устройством профилированного настила. В отдельных случаях и при наличии необходимого кранового оборудования может быть экономически оправданным проектирование блочного монтажа с укрупнением блоков на переносном стенде.

Технико-экономические подсчеты показали, что крупноблочный монтаж с предварительной сборкой блоков покрытия — это совершенная и прогрессивная форма технологии монтажа, которую следует развивать и совершенствовать.

Конвейерный метод позволяет значительно сократить сроки строительства по сравнению с поэлементным монтажом (табл. 10.2).

Таблица 10.2. **Сокращение сроков монтажа покрытий на некоторых объектах**

Объекты	Проектная продолжительность, мес	Сокращение продолжительности, мес	Сокращение сроков, %
Автозавод, Нижний Новгород	13	3	23
КамАЗ	29	7	24
Никопольский металлургический завод	9,5	4	42
Александрийский электромеханический завод	9	4	44

Укрупнение конструкций не всегда экономически оправдано. Оно нерационально, если габариты монтируемого объекта незначительны. Эффект от ускорения монтажных работ при сборке элементов в блоки может появиться, если дополнительный кран будет занят на укрупнении конструкций в блоки, а основной кран большой грузоподъемности — только на монтаже блоков. Затраты на использование вспомогательного крана должны покрываться экономией за счет сокращения срока монтажных работ, выполняемых основным краном.

Совершенствование конвейерно-блочного монтажа покрытия одноэтажных зданий позволило считать целесообразным применение сборочного конвейера при площадях зданий 25...15 тыс. м^2.

Глава 11

МОНТАЖ МНОГОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

11.1. Общие положения

Многоэтажные промышленные здания в основном проектируют и возводят в каркасно-панельном исполнении. Объемно-планировочное решение таких зданий — сетка колонн 4,5 × 6; 6 × 6; 6 × 9; 6 × 12 и 9 × 12 м.

Высота этажей может меняться в значительных пределах в зависимости от производственной необходимости. Наиболее часто встречаемые значения высоты 3,3; 3,6; 4,8; 6; 7,2 и 8,4 м. Этажность зданий самая разнообразная, оптимальной считается в 4...6 этажей, но может достигать и 12...20 этажей.

Специфика применяемых конструкций. *Колонны* имеют квадратное сечение от 40 × 40 до 60 × 60 см или прямоугольное аналогичной площади. Высота колонн зависит от принятой их высотной разрезки и может составлять 1...5 этажей, но с учетом условий изготовления, транспортирования и монтажа элементов редко превышает 20 м. Стыки колонн предусмотрены на высоте 1 м от отметки перекрытия и проектируются жесткими.

Ригели для зданий с перекрытиями, опирающимися на их полки, имеют высоту 80 и ширину 65 см. При сопряжении с колонной выпуски арматуры обоих элементов сваривают, приваривают и закладные детали ригеля и консоли колонны с последующим замоноличиванием стыка.

Перекрытия выпускают в виде основных плит шириной 150 и 300 см и доборных плит шириной 75 см. Доборные плиты размещают только по наружным рядам колонн. Основные межколонные (распорные) плиты располагают по осям колонн и приваривают к закладным деталям ригелей в четырех точках.

Стеновые панели навесные, основная номенклатура высотой 1,2 и 1,8 м при ширине на пролет 4,5 и 6 м. Цокольные панели первого этажа устанавливают на фундаментные балки, панели последующих этажей на стальные столики, привариваемые к закладным деталям колонн.

Варианты статической работы зданий. В практике многоэтажного строительства используют рамную, рамно-связевую и связевую конструктивные схемы каркаса, отвечающие различным условиям его статической работы.

Рамная схема представляет собой жесткую и устойчивую пространственную систему колонн, ригелей и плит перекрытий, соединенных между собой. Все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются узлами колонн и ригелей, которые выполнены жесткими. Такая система очень трудоемка и требует повышенного расхода металла. Ее применяют в тех случаях, когда по условиям технологии не допускается установка поперечных и продольных перегородок или связей между колоннами.

Связевая схема отличается от предыдущей тем, что колонны работают только на вертикальные нагрузки, а горизонтальные воспринимаются системой вертикальных дисков и ядер жесткости.

Рамно-связевая схема является промежуточной и для многоэтажных каркасных зданий включает плоские рамы, расположенные в поперечном направлении относительно продольной оси здания, и диафрагмы жесткости. Продольная устойчивость

здания создается за счет вертикальных дисков жесткости, которые выполняют в виде металлических решеток или железобетонных плоскостей.

Перспективной считается сборно-монолитная железобетонная конструкция, в которой пространственная жесткость обеспечивается ядром жесткости, выполненным в монолитном или сборном железобетоне.

11.2. Способы монтажа зданий

При возведении многоэтажных промышленных зданий в зависимости от условий их ввода в эксплуатацию и материала конструкций применяют два основных способа монтажа: горизонтальный поэтажный или поярусный и вертикальный по частям (секциям) здания на всю высоту.

Горизонтальный поярусный (поэтажный) способ является наиболее распространенным, так как обеспечивает большую жесткость и устойчивость каркаса на всех стадиях монтажа, а также более равномерную осадку фундамента. Этот способ применяют при монтаже сборных железобетонных элементов с заделкой стыков вслед за установкой конструкций. При этом после окончания сборки этажа (яруса при двух- или трехэтажной разрезке колонн), когда бетон в стыках конструкций наберет 70% проектной прочности, начинают монтаж следующего яруса (этажа).

Вертикальный монтаж предусматривает возведение здания отдельными частями, обычно 2...4 шага колонн сразу на всю высоту здания. Достоинство метода в том, что предполагает значительно меньшие размеры строительной площадки, так как предусматривает расположение монтажного крана и складов конструкций в габаритах строящегося здания. Монтаж части здания на всю высоту позволяет на этой части сразу выполнить кровлю и приступить к осуществлению всех послемонтажных и отделочных работ, что значительно сокращает сроки возведения здания с отделкой.

Колонны первого яруса, обычно самые тяжелые в каркасе, монтируются чаще всего в самостоятельном потоке. Для ускорения производства работ, сокращения технологических перерывов могут применяться фундаменты стаканного типа «с пеньками» высотой 1 м, заделанными в стакан в заводских условиях.

Оптимальным считается технологическое решение, при котором один монтажный кран используют для монтажа конструкций одного-двух температурных блоков.

В целом, с точки зрения последовательности установки элементов, метод монтажа многоэтажных промышленных зданий можно признать смешанным. Раздельно можно установить все колонны на монтажном участке, навесить стеновые панели всего яруса захватки и рационально комплексно монтировать ригели и панели перекрытий. Такая относительная свобода в последовательности установки элементов характерна только для башенного крана. Если для монтажа задействован самоходный стреловой или башенно-стреловой кран, то он четко должен выполнять принцип монтажа «на кран», избегать последовательной установки большого числа многоярусных колонн.

11.2.1. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МОНТАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

В качестве технических средств, реализующих технологии монтажа сборных конструкций, рекомендуются башенные, самоходные стреловые и козловые краны. При ширине здания до 18 м башенные и стреловые краны устанавливают с одной стороны здания, при большей ширине — с двух сторон или внутри здания.

Башенные краны грузоподъемностью от 5 до 25 т широко используют для монтажа конструкций многоэтажных промышленных зданий. Применяемые стреловые краны на гусеничном и пневмоколесном ходу имеют грузоподъемность от 16 до 100 т и оснащены обычным стреловым или башенно-стреловым оборудованием.

Смешанный вариант использования кранов (башенных и стреловых) применяют при возведении зданий, у которых в нижних этажах устанавливают колонны массой 8...10 т, а масса остальных конструкций не превышает 5 т. В этом случае стреловой кран грузоподъемностью 16...25 т осуществляет монтаж колонн нижних этажей, а все остальные элементы монтируют башенным краном грузоподъемностью 5 т.

При горизонтальной схеме монтажа краны устанавливают вне здания с одной или двух сторон, при вертикальной схеме кран располагают обычно в пределах среднего пролета здания, и конструкции монтируют ячейками на всю высоту здания.

На практике нашли распространение следующие схемы расположения монтажных кранов: кран с одной стороны здания — 2...3 пролета в здании, его ширина до 24 м; 2 крана с двух сторон здания — 4, 6 и 8 пролетов в здании; кран в среднем пролете здания — 3, 5 и 7 пролетов в здании.

Козловые краны используют в тех случаях, когда в здании предполагается монтировать большое количество тяжелого и крупногабаритного технологического оборудования и монтаж осуществляют смешанным методом. Козловыми кранами целесообразно монтировать здания высотой до четырех этажей, особенно при их значительной ширине. В зависимости от массы сборных конструкций применяют козловые краны с пролетом до 44 м и грузоподъемностью до 30 т.

Основное условие монтажа — обеспечение неизменяемости, устойчивости и прочности каждой смонтированной части здания и ее отдельных элементов на всех стадиях монтажа, поэтому важным фактором является очередность установки конструкций. В начале монтажа создают первую жесткую ячейку, к которой потом присоединяют последующие части здания.

Монтаж осуществляют комплексные бригады, в состав которых входят монтажники, электросварщики, бетонщики, слесари, рабочие других специальностей и разнорабочие.

11.2.2. ОЧЕРЕДНОСТЬ МОНТАЖА КАРКАСА ЗДАНИЯ

В зависимости от очередности монтаж делят на три этапа:

- устройство фундаментов и монтаж подземной части здания, иногда колонн первого яруса;
- монтаж каркаса и плит перекрытия с выверкой и закреплением;
- навеска стен из крупных панелей.

Целесообразно, чтобы навеска стеновых панелей отставала не менее чем на один ярус (этаж) от монтажа других элементов каркаса.

Конструкции надземной части здания, как правило, монтируют после завершения всех работ по подземной части данного объекта, включая прокладку подземных коммуникаций, устройство дорог и проездов, засыпку пазух фундаментов, цоколя и др.

В зданиях протяженностью в два и более температурных блока конструкции монтируют захватками, каждая в пределах температурного блока. При этом совмещают монтаж конструкций на одной захватке с общестроительными и специальными работами на другой захватке. Конструкции захваток могут быть смонтированы и предъявлены к приемке независимо друг от друга.

Размеры монтажных захваток обычно принимают следующими:

- по длине здания — один температурный блок длиной до 72 м;

- по ширине здания — все здание или его половина при расположении кранов по продольным сторонам, несколько шагов колонн — при расположении внутри здания.

Для возведения зданий используют все три метода монтажа: раздельный, комплексный и смешанный. Их выбор зависит от многих факторов, в том числе и от применяемой монтажной оснастки. Основой оснастки являются кондукторы, используемые для установки одно- и многоэтажных колонн.

Метод монтажа и монтажное оснащение должны устанавливаться проектом производства работ (ППР) или технологической картой в зависимости от этажности здания, объема монтажных работ и конструктивных особенностей элементов. Монтаж каркасов многоэтажных зданий с колоннами двухэтажной (и более) разрезки рекомендуется производить с помощью групповых кондукторов и рамно-шарнирных индикаторов (РШИ). Для монтажа каркасов малоэтажных и двухпролетных зданий удобнее применять одиночные кондукторы.

В комплексный монтажный процесс входят сам монтаж, сварка и заделка стыков, только в этом случае можно обеспечить пространственную жесткость и прочность конструкций. Поэтому специфика возведения многоэтажных промышленных зданий состоит в том, что требует своевременного и качественного выполнения работ по сварке и заделке всех стыков и швов. В этих целях в пределах каждой захватки следует предусмотреть, что в зоне монтажа одновременно осуществляется временное закрепление и точечная сварка установленных конструкций, а в примыкающих, ранее смонтированных ячейках — выверка, окончательное соединение элементов на сварке, заделка монтажных узлов и швов. Так, при установке колонны на нижестоящую стык между ними первоначально прихватывают точечной сваркой. После укладки ригелей и распорных плит между колоннами можно выполнять окончательную сварку по периметру колонны.

Когда невозможна разбивка этажей на отдельные захватки из-за небольших размеров здания в плане, производство совмещенных с монтажом работ предусматривается только в те смены, когда не ведутся монтажные работы. При этом рекомендуется монтировать конструкции здания на нижних 4...5 этажах в две-три смены, а на вышележащих — только в одну-две (вечернюю и ночную) смены, при этом в первую смену выполняют только общестроительные и специальные работы. Для подъема рабочих и мелких грузов в зданиях высотой более 15 м используют грузопассажирские подъемники.

В соответствии с условиями доставки и складирования сборных элементов в основном применяют монтаж со склада. Монтаж непосредственно с транспортных средств осуществляют при использовании плоских П-, Ш- или Н-образных рам заводского изготовления.

Перед началом монтажа каркаса на очередном ярусе (этаже) необходимо:

- закончить установку всех конструкций каркаса нижележащего яруса, осуществить сварку и замоноличивание узлов всех смонтированных элементов;
- перенести основные разбивочные оси на перекрытие или оголовки колонн нового яруса, определить монтажный горизонт и составить исполнительную схему элементов каркаса ранее смонтированного этажа.

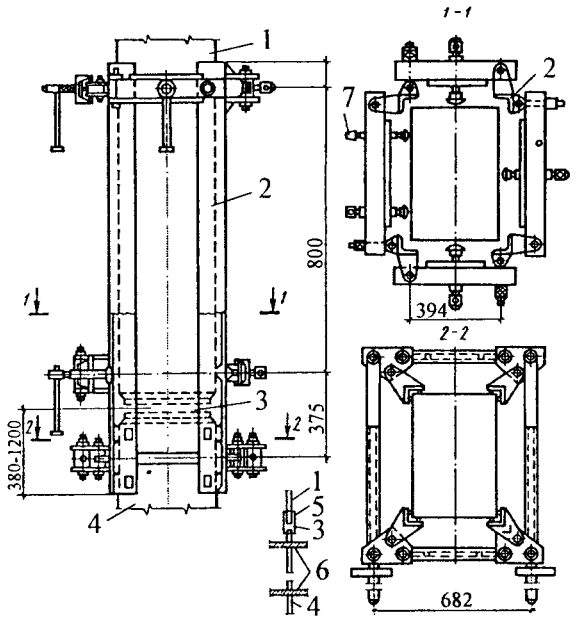
При применении одиночных кондукторов для колонн первого и последующих ярусов и при длине колонн более 12 м необходимо дополнительно предусматривать растяжки или подкосы.

11.3. Монтаж конструкций при использовании одиночных кондукторов

При наличии монтажной оснастки в виде одиночных кондукторов (рис. 11.1) монтаж каркаса лучше выполнять по *раздельной* схеме. Сначала в пределах монтажного участка устанавливают все колонны, выверяют их, закрепляют на сварке и заделывают стыки. После установки ригелей, сварки и замоноличивания их узлов приступают к монтажу элементов лестничных клеток и укладке плит перекрытий. Сначала укладывают распорные плиты между колоннами, затем основные или промежуточные. Все плиты надежно приваривают к ригелям и швы между элементами заделывают бетоном. К монтажу конструкций следующего яруса приступают после достижения бетоном в швах не менее 70% проектной прочности.

Для выполнения сварочных работ кондуктор может быть снабжен специальной площадкой. Для монтажа колонн со стыком выше уровня перекрытия используют кондуктор с роликами на концах, что позволяет снизить силы трения и осуществить установку колонн первоначально в положение, близкое к проектному. Корректируют положение колонны с помощью регулировочных винтов кондуктора.

Собирать элементы каркаса следует поэтажно. До установки колонн на каждом ярусе на оголовках нижестоящих ко-



Р и с. 11.1. Одиночный кондуктор для колонн многоэтажных зданий:

1 — монтируемая колонна; 2 — уголковая стойка кондуктора; 3 — стык колонн; 4 — нижестоящая колонна; 5 — одиночный кондуктор; 6 — междуэтажное перекрытие; 7 — регулировочные винты для установки и выверки колонн

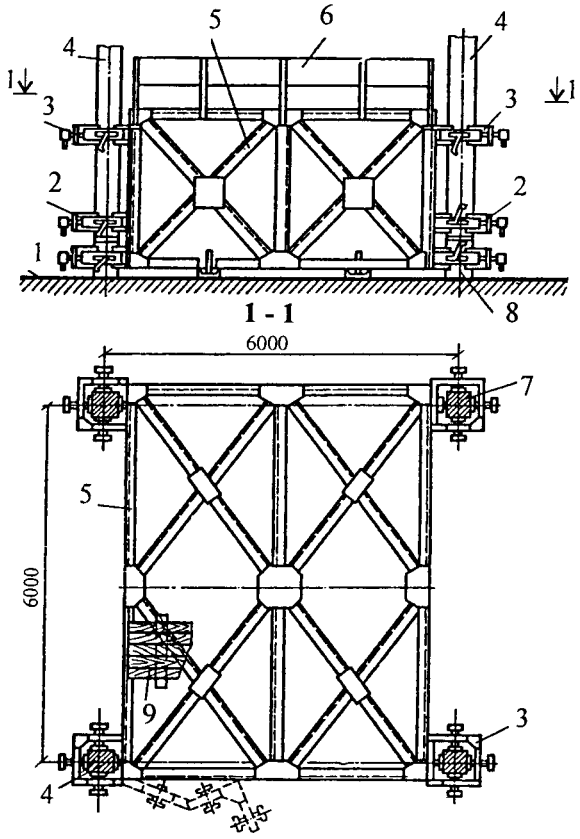
лонн закрепляют с помощью винтов кондукторы. Поднятую краном колонну заводят в хомуты кондуктора и плавно опускают на оголовок нижестоящей колонны. Колонны приводят в проектное положение с помощью винтов кондуктора, обеспечивая соосность устанавливаемой и нижестоящих колонн. По вертикали их выверяют с помощью верхних винтов кондуктора. Точность приведения колонны в вертикальное положение контролируют теодолитом по двум осям. Несоосность установленных и нижестоящих колонн после выверки не должна превышать 5 мм, а отклонение их от вертикали не более 3 мм.

После выверки приступают к укладке ригелей первого этажа яруса колонн и сварке закладных деталей ригелей и колонн. Кондукторы можно переставлять на следующую позицию только после сварки стыков колонн, укладки и сварки ригелей, укладки распорных и основных плит перекрытия. В случае применения сборных перегородок последние устанавливают до укладки рядовых плит перекрытия.

После окончания монтажа и сварки всех элементов первого этажа яруса приступают к монтажу элементов второго этажа того же яруса.

11.4. Монтаж конструкций при использовании групповых кондукторов

При наличии групповых кондукторов (рис. 11.2) монтаж выполняют по *комплексной* схеме. В каждой ячейке последовательно устанавливают, выверяют и закрепляют все элементы каркаса и после этого перемещают кондуктор на следующую



Р и с. 11.2. Групповой кондуктор для четырех колонн:

1 — перекрытие; 2, 3 — хомуты кондуктора; 4, 7 — колонны; 5 — кондуктор; 6 — перила; 8 — оголовок нижестоящей колонны; 9 — рабочий настил

стоянку. После установки колонн их раскрепляют хомутами кондуктора, осуществляют предварительную точечную сварку, укладывают ригели и сваривают их стыки с колоннами, укладывают и сваривают распорные плиты с закладными деталями ригелей, сваривают стыки колонн по высоте, укладывают и приваривают основные плиты перекрытий (в ячейках без кондукторов). Основную часть этих работ выполняют с настила (настилов) группового кондуктора.

Простейшими средствами для временного крепления и выверки многоэтажных колонн служат *наклонно-связевые системы*, состоящие из подкосов и струбцин, шарнирно соединенных с хомутами в основании конструкций. При расположении в двух взаимно перпендикулярных плоскостях такие системы позволяют достаточно точно проводить выверку конструкций.

Для монтажа железобетонных конструкций многоэтажных зданий используют пространственные *кондукторно-связевые* системы в виде плоских и пространственных кондукторов. Плоские кондукторы используют для монтажа рам. Применяемый кондуктор представляет собой пространственную конструкцию, которая устанавливается в строго проектное положение и служит базой для установки рамы.

Групповой кондуктор предназначен для сборки каркаса с колоннами длиной до 18 м, расположенными по сетке 6 × 6 м. Он состоит из четырех стоек, связанных между собой в четырех уровнях поясами в виде ферм. Кондуктор оснащен поворотными площадками, а также кольцевыми подмостями, обеспечивающими удобство и безопасность выполнения работ при укладке и сварке ригелей двух этажей. Кроме того, на стойках кондуктора укреплены два ряда хомутов. Нижний и верхний ряды служат для выверки и временного крепления соответственно низа и верха устанавливаемой колонны. Верх колонны крепится примерно на уровне второго этажа. На кондукторе также имеются подкосы для его крепления к ранее смонтированным конструкциям, а также струбцины для выверки и временного крепления перегородок. Масса кондуктора около 5 т.

После окончательной сварки стыков колонн высотой на этаж групповой кондуктор перемещают по перекрытию в следующую ячейку; передвижение кондуктора в пределах этажа обычно осуществляют с помощью лебедки. С этажа на этаж кондуктор переставляют в собранном виде башенным краном. Если колонны запроектированы на два этажа, монтаж также осуществляют с помощью группового кондуктора по комплексной схеме.

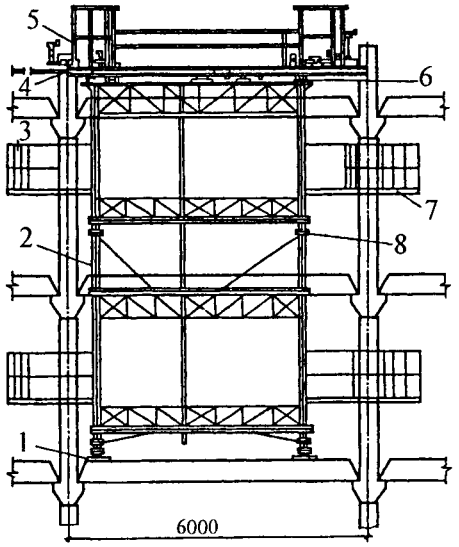
Для обеспечения непрерывного потока работ комплект монтажного оборудования должен состоять из четырех групповых кондукторов. В этом случае последовательность установки конструкций такая же, как при использовании РШИ. Монтируют каркас с применением групповых кондукторов в следующей последовательности: кондуктор с помощью крана подают на перекрытие монтируемого этажа, устанавливают на деревянные прокладки и закрепляют к ранее смонтированным конструкциям с помощью четырех подкосов, каждый из которых имеет на конце крюк и фаркопф (стяжную муфту). При установке колонн в стаканы фундаментов кондукторы крепят к петлям фундаментов, а при установке кондукторов на перекрытие — к монтажным петлям ригелей.

Перед установкой колонн необходимо повернуть в рабочее положение и застопорить рабочие площадки, нижние и верхние хомуты. Колонну краном подают в зону нижестоящей, монтажники принимают ее, заводят в раскрытые хомуты кондуктора, опускают на нижестоящую колонну или в стакан фундамента, после этого хомуты закрывают. С помощью зажимных винтов хомутов колонну временно крепят и расстроповывают. Ее выверяют с помощью теодолита по двум взаимно перпендикулярным осям. Положение колонны в процессе выверки регулируют с помощью винтов хомутов. Монтаж ригелей и плит перекрытий верхнего яруса осуществляют с конструкций смонтированного этажа при расположении рабочих на специальных передвижных площадках-стремянках.

11.5. Монтаж конструкций при использовании рамно-шарнирного индикатора

Рамно-шарнирный индикатор (РШИ) состоит из жесткой опорной рамы, представляющей собой пространственную решетчатую конструкцию, регулируемой индикаторной рамы, поперечных и продольных связей из стальных труб. База РШИ оборудована кольцевыми подмостями и поворотными люльками, расположенными в уровне нижнего и верхнего этажей яруса колонн. За базовую модификацию принят РШИ для ячейки 6 × 6 м с двухэтажной разрезкой колонн (рис. 11.3). Другие модификации РШИ позволяют монтировать каркасы с различными объемно-планировочными параметрами зданий.

Комплект монтажного оснащения должен включать не менее четырех РШИ, каждый из которых имеет свой номер, определяющий его положение в цепи, и устанавливается в одноименные ячейки по вертикали. Поэтому располагают РШИ на здании и переставляют с одной позиции на другую в строго определенном порядке, указанном в проекте производства работ (рис. 11.4).



Р и с. 11.3. Рамно-шарнирный индикатор:

1 — деревянная подкладка; 2 — пространственные подмости; 3, 7 — выдвижные поворотные люльки; 4 — шарнирный индикатор; 5 — ограждение; 6 — шаровые опоры; 8 — разъемный фланцевый стык

В проектное положение индикаторные рамы комплекта РШИ устанавливают с соблюдением следующих правил:

- на первой позиции раму РШИ №1 выверяют относительно продольной и поперечной осей здания по теодолиту;
- раму РШИ №2 — по теодолиту относительно продольной оси здания и с помощью продольных связей относительно поперечной оси;
- раму РШИ №3 — по теодолиту относительно поперечной оси здания и с помощью поперечных связей относительно продольной оси;
- раму РШИ №4 не выверяют с помощью геодезических приборов. Положение ее фиксируется с помощью продольных и поперечных связей, присоединенных к рамам РШИ №2 и №3.

При перестановке рамно-шарнирных индикаторов на следующие позиции их проектное положение определяют только с помощью продольных и поперечных связей.

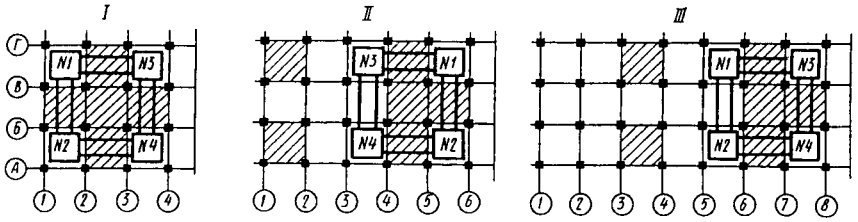
С одной стоянки РШИ каркас собирают на высоту двух этажей яруса колонн с соблюдением следующей очередности монтажа элементов:

1) устанавливают и сваривают между собой по высоте колонны;

2) устанавливают и крепят к колоннам по высоте связи;

3) укладывают и приваривают к консолям колонн ригели сначала первого, затем второго этажа яруса;

4) укладывают и приваривают к полкам ригелей межколонные плиты первого, а затем и второго этажа яруса колонн;



Р и с. 11.4. Монтаж многоэтажных зданий с использованием рамно-шарнирных индикаторов (РШИ):
I—III — схемы перестановки РШИ

5) устанавливают сборные перегородки, если они предусмотрены проектом, на первом этаже в пролетах между РШИ;

6) укладывают в пролетах между РШИ плиты перекрытия первого этажа;

7) устанавливают сборные перегородки на втором этаже в пролетах между РШИ;

8) укладывают в пролетах между РШИ плиты перекрытия второго этажа;

9) переставляют на следующие позиции РШИ, а в освободившихся ячейках монтируют недостающие элементы;

10) вслед за монтажом элементов каркаса монтируют элементы лестниц и лестничные марши.

РШИ переставляют на другую позицию только после обеспечения пространственного раскрепления каркаса и выполнения сварочных работ, предусмотренных проектом. После перестановки РШИ на новую позицию в освободившихся ячейках монтируют перекрытия сначала первого, а затем второго этажей, причем до укладки плит перекрытия в ячейки предварительно подают материалы, необходимые для устройства перегородок.

11.6. Монтаж зданий других конструктивных схем

Монтаж многоэтажных каркасных промышленных зданий может быть упрощен при использовании в каркасе П-, Н- или Ш-образных рам. Это пространственные элементы, имеющие 2...3 стойки, ригели между ними и консоли у ригеля. При таком решении элементов каркаса значительно уменьшается число стыков и монтажных элементов. Сборные пространственные конструкции изготавливают на высоту одного-двух этажей, стыки этих рамных элементов располагают по

высоте в наименее напряженных и удобных для соединения между собой зонах, обычно на уровне 1/3 высоты этажа. Монтаж каркаса при применении указанных конструкций выполняют поэтажно в такой последовательности: железобетонные рамные элементы, панели перегородок, вентиляционные блоки, распорные элементы, панели перекрытий, ограждающие конструкции.

При монтаже зданий с *безбалочными перекрытиями* применяют ту же технологию монтажа, что и для других каркасных зданий. Однако некоторые конструктивные особенности каркаса требуют соблюдения определенной последовательности работ.

В безбалочном каркасе приняты фундаменты под колонны стаканного типа, монолитные, сетка колонн 6 × 6 м. Основные элементы каркаса — колонны квадратного сечения с разрезкой на один или два этажа, капители с центральным отверстием для опирания на оголовки колонн, надколонные плиты, укладываемые на капители в обоих направлениях, и пролетные плиты.

Каркасы отличаются большой жесткостью вследствие наличия мощных капителей. При своевременном замоноличивании такие каркасы можно монтировать по ярусам или секциям на полную высоту отдельно от кирпичной кладки наружных стен, внутренних стен и лестничных клеток.

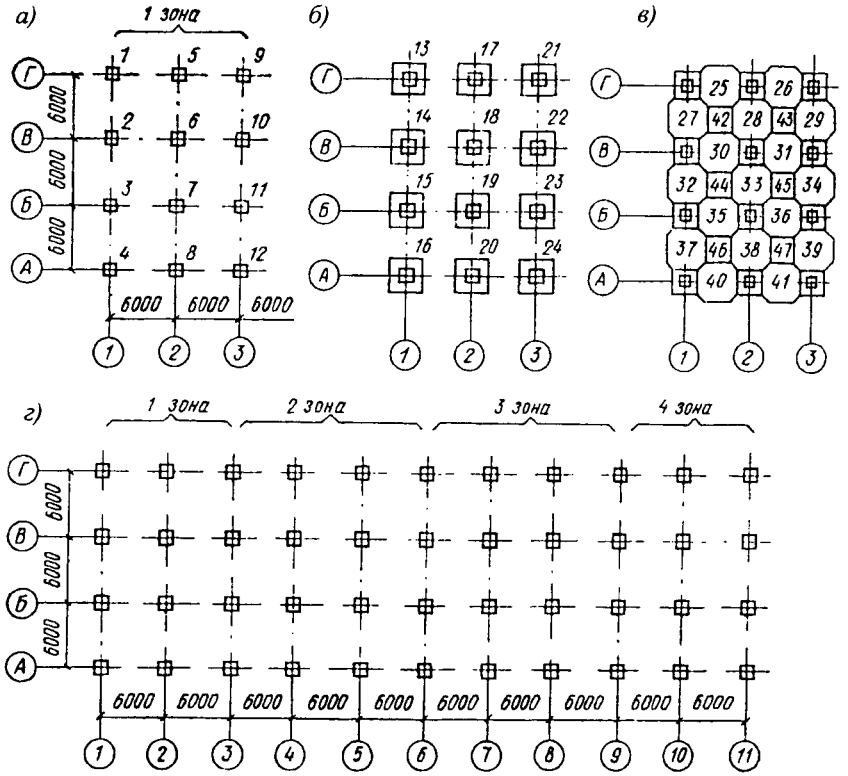
Технологическая последовательность монтажа сборных конструкций включает в себя первоначальную разбивку здания (или его отдельного блока) на монтажные зоны, в пределах которых одноименные элементы монтируют последовательно: устанавливают колонны, капители, укладывают надколонные и пролетные плиты (рис. 11.5).

Конструкции каркаса монтируют поэтажно, здание разбивают на захватки, размер которых соответствует температурному блоку здания.

Монтаж конструкций зданий с безбалочными перекрытиями осуществляют в следующем порядке:

- устанавливают и выверяют колонны;
- на верхние торцы колонн надевают капители;
- на края капителей с четырех сторон укладывают перпендикулярные одна к другой плиты-балки;
- монтируют средние квадратные плиты, которые опираются на боковые приливы плит-балок и прочно скрепляются с ними в углах посредством сварки стальных закладных деталей или выпусков арматуры.

Колонны первого этажа устанавливают в стаканы фундаментов при помощи клиновых вкладышей — для колонн сечени-



Р и с. 11.5. Технологическая последовательность монтажа каркаса здания с безбалочными перекрытиями:

а — установка колонн; *б* — укладка капителей; *в* — укладка межколонных и пролетных плит; *г* — зоны монтажа конструкций

ем 400 × 400 и 500 × 500 мм необходимо применять четыре клиновых вкладыша, для колонн большего сечения — шесть клиновых вкладышей. Стык колонны с фундаментом заделывают бетонной смесью марки 300 на мелком гравии или щебне с обязательной обработкой полости стыка глубинным вибратором.

Монтируют *капители* после достижения бетоном замоноличивания стыков колонн с фундаментами 70%-й проектной прочности летом и 100%-й — зимой. Перед установкой капителей с двух сторон колонны ставят перекатные площадки (при высоте этажа до 4,8 м) или приставные лестницы-площадки при большей высоте этажа. Затем стропят капитель четырехветвевым стропом, прикрепляют к ней две оттяжки из

каната и капитель подают краном к месту монтажа. Капитель подводят к оголовку колонны на высоту 20...30 см, ориентируют в нужное положение с помощью оттяжек и опускают, не доводя до полного касания с консолями колонн.

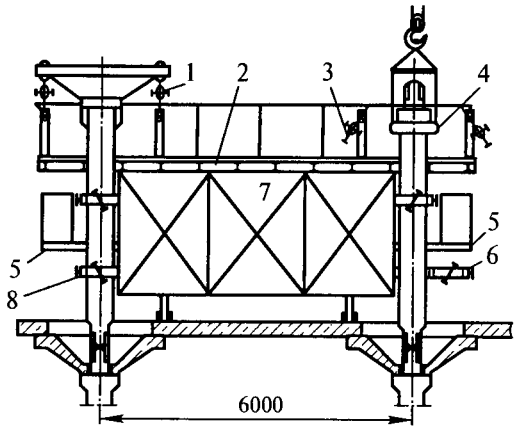
Далее капитель ориентируют по разбивочным осям, нанесенным на консоли колонн, опускают и расстроповывают. С помощью уровня или нивелира проверяют положение капители по горизонтали. После приведения ее в проектное положение сваривают стык капители и консолей колонны, дополнительно приваривают четыре арматурные накладки, связывающие капитель и колонну.

Укладку *надколонных плит* начинают с установки лестниц для подъема на капители, нанесения осевых рисок на капителях и плитах, выправления арматурных выпусков при необходимости. Надколонную плиту стропят четырехветвевым стропом и укладывают на капители, соблюдая равную длину площадок опирания надколонных плит. Далее расстроповывают надколонную плиту и сваривают выпуски арматуры. Аналогично укладывают остальные надколонные плиты в пределах монтажной зоны.

Укладку *пролетных плит* начинают только после укладки всех надколонных плит перекрытия на монтажном участке и сварки их стыков. Пролетную плиту также стропят четырехветвевым стропом и укладывают на закладные детали надколонных плит с соблюдением равных зазоров между пролетными и надколонными плитами. Расстроповывают и сваривают выпуски арматуры стыкуемых плит.

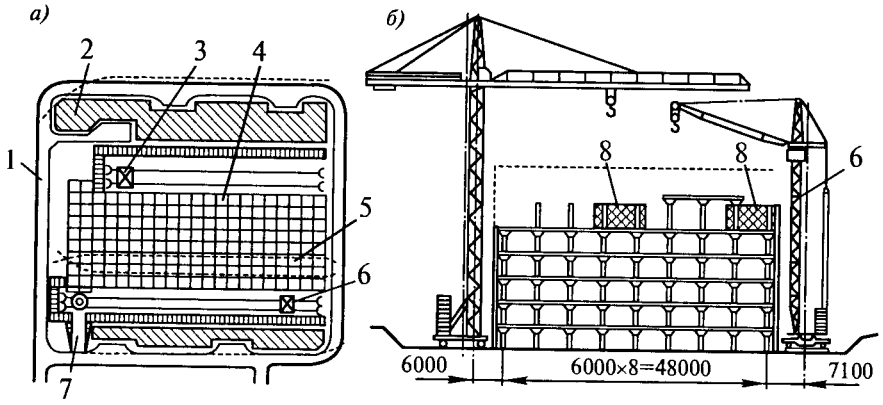
К монтажу конструкций второго этажа можно приступать не замоноличивая стыки и швы. Колонны второго этажа устанавливают на оголовки нижестоящих колонн с временным креплением раскосами. Стыки колонн располагают на 0,5...1 м выше уровня перекрытий для удобства соединения их между собой за счет выпусков рабочей арматуры, свариваемых встык. По окончании сварки и выполнения необходимого контроля стыки замоноличивают.

Предварительно на основе исполнительной геодезической съемки отметок оголовков колонн и определения монтажного горизонта к оголовкам нижестоящих колонн, при необходимости, привариваются рихтовочные пластинки нужной толщины. Далее укладывают и закрепляют опорные балки, стропят колонну, подают к месту установки, опускают на оголовок нижестоящей колонны. Совмещают риски, крепят концы подкосов к опорным балкам и выверяют колонну по вертикали с помо-



Р и с. 11.6. Кондуктор для монтажа безбалочных перекрытий:

1 — рабочее положение винтов для выверки капителей; 2 — рабочая площадка; 3 — нерабочее положение винтов; 4 — траверса для подъема колонн; 5 — откидные площадки; 6 — хомут незакрепленный; 7 — рама кондуктора; 8 — хомут закрепленный



Р и с. 11.7. Схема организации монтажа безбалочного каркаса многоэтажного промышленного здания:

а — план монтажной площадки; *б* — монтаж каркаса; 1 — автодорога; 2 — зона складирования; 3 — кран КБ-674, 4 — каркас здания; 5 — зона перемещения груза краном; 6 — кран КБ-573; 7 — съезд в котлован; 8 — групповой кондуктор

щью подкосов. После выверки приваривают низ колонны к рихтовочной пластинке и расстроповывают колонну.

Остальные конструктивные элементы второго этажа монтируют аналогично элементам первого этажа.

При использовании группового кондуктора на четыре колонны их устанавливают, выверяют в кондукторе в плане и по вертикали (рис. 11.6). Выровненную по рискам колонну приваривают к оголовку нижестоящей их закладными частями

и по контуру, стык омоноличивают. Затем на колонну устанавливают капитель и выверяют с помощью домкратов кондуктора. С рабочей площадки кондуктора после сварки стыковых соединений капители с колонной устанавливают надколонные плиты и сваривают закладные детали. Перемещают кондуктор краном, после этого осуществляют монтаж пролетной плиты покрытия. Стыки капители замоноличивают только после установки и приварки колонны следующего яруса.

Схема организации монтажа безбалочного каркаса многоэтажного промышленного здания представлена на рис. 11.7.

Стальные конструкции многоэтажных промышленных зданий можно монтировать как вертикальным, так и горизонтальным потоками. При первом способе резко уменьшается число перемещений монтажного крана и его применяют чаще.

Глава 12

ВОЗВЕДЕНИЕ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

12.1. Основные циклы работ и геодезическое обеспечение монтажа

При возведении крупнопанельных зданий применяют технологии, которые относятся к трем циклам строительного процесса:

- технологии нулевого цикла, т. е. отрывка котлована, траншей, монтаж блоков фундаментов и стен подвала, монтаж перекрытия над подвалом, прокладка подземных коммуникаций с врезкой их в здание;
- технологии возведения надземной части здания — возведение стен и перегородок, заполнение проемов, монтаж лестниц, плит перекрытий, панелей крыши, устройство кровли, разводка внутренних санитарно-технических и электромонтажных коммуникаций, монтаж лифтового оборудования, монтаж столярных изделий (окон и дверей), штукатурные работы, подготовка под полы;
- технологии отделочных работ внутри здания и на фасадах, включая облицовочные и малярные работы, работы по устройству полов, встроенного оборудования, установка санитарно-технической, электромонтажной арматуры и устройств с подсоединением к сетям.

Геодезическое обеспечение монтажа. Многоэтажные крупнопанельные здания характеризуются повышенными требования-

ми к точности монтажа конструкций. Несоблюдение установленных допусков и накопление погрешностей при монтаже затрудняют его, а главное, могут привести к снижению несущей способности и устойчивости отдельных элементов и даже здания в целом.

Точность монтажа здания может быть обеспечена комплексом геодезических разбивочных работ:

• *закрепление осей на здании* с возможностью переноса их на вышележащие этажи, т. е. создание разбивочного геодезического плана. Для этого до начала возведения надземной части здания размечают оси на цоколе и перекрытии над подвалом;

• *передача по вертикали основных осей* на перекрытие каждого этажа, т. е. на новый монтажный горизонт. Число основных переносимых осей зависит от конструктивных особенностей здания. Для крупнопанельных зданий переносят две поперечные оси по границе захватки и одну дальнюю от крана крайнюю продольную ось;

• *разбивка промежуточных и вспомогательных осей* на перекрытии каждого монтируемого этажа. В этом случае опорные точки для переноса осей на этажи располагают не на основных осях здания, а на параллельно смещенных продольных и поперечных линиях (линиях, определяющих положение внутренних плоскостей наружных стен), но по осям внутренних несущих стен. При работе монтажникам необходимы не основные, а именно эти вспомогательные оси;

• *разметка положения установочных рисок*, необходимых по условиям монтажа элементов. На перекрытии смонтированного этажа с помощью мерной ленты размечают положения всех стеновых панелей, как наружных, так и внутренних. Определяют точное проектное положение (разметка положения) каждого элемента по отметкам в трех плоскостях — с помощью рисок, показывающих положение каждой панели вдоль продольной оси наружных стен, и поперечных рисок, фиксирующих положение панели относительно этой оси;

• *определение монтажного горизонта на этаже.* Его определяют на каждом этаже с помощью нивелира. В крупнопанельных зданиях нивелируют поверхность панелей перекрытий в стыках установки панелей наружных и внутренних стен. За монтажный горизонт принимают отметку наивысшей точки. Уровень монтажного горизонта подготавливают путем устройства маяков;

• *составление поэтажной исполнительной съемки.* На каждом этапе монтажных работ выполняют геодезическую исполнительную схему, которая документально фиксирует положение

смонтированных конструкций относительно разбивочных осей. Это позволяет учитывать накопление погрешностей и проводить корректировку положения конструкций при монтаже вышележащих этажей.

12.2. Установка конструктивных элементов

12.2.1. УСТАНОВКА ПАНЕЛЕЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

Перед началом монтажа конструкций нового этажа выравнивают поверхность перекрытия, заделывая щели и прочие неровности. Далее осуществляют точную разбивку мест установки наружных стеновых панелей по всему периметру захватки (иногда и здания), наносят необходимые риски, определяют положение вертикальных швов и плоскостей панелей, закрепляют на этаже монтажный горизонт.

Подготовка к монтажу. Под каждую панель укладывают 2 марки из деревянных дощечек (марок), толщина которых может меняться в зависимости от результатов нивелирной съемки, но в среднем должна составлять 12 мм. Их укладывают на расстоянии 15...20 см от боковых граней ближе к наружной плоскости стены здания. Благодаря этим маркам обеспечивается точность установки панелей по высоте, опирание панели на них в момент опускания ее на свежий раствор, укладываемый под всей опорной плоскостью.

На верхнюю грань нижележащих панелей наружных стен на тонкий слой мастики «изол» или подобной ей укладывают пористый гернитовый шнур сразу для нескольких элементов. Непосредственно перед установкой панели поверхность шнура покрывают слоем мастики, наносят пластичный раствор слоем на 3...5 мм выше уровня маяков. Для наружных панелей постель раствора не должна доходить до обреза стены на 2...3 см для того, чтобы раствор не выдавливался наружу и не загрязнял фасад здания. При установке стеновой панели происходит обжатие гернитового шнура не менее чем на 40%. В последующем, с подвесных люлек с наружной стороны всех стыков будет нанесен слой герметик-пасты, для защиты которой от внешних атмосферных воздействий после ее высыхания будет выполнен защитный слой, обычно из кремнийорганической эмали.

Наружные панели устанавливают по риске, фиксирующей положение вертикального шва, наружную грань панели — по линии обреза стены и по линии, определяющей внутреннюю плоскость стены. Установив панель на место, при натянутых стропах подправляют ее положение монтажными ломиками.

Осуществив выверку панели, ее раскрепляют двумя подкосами со стяжными муфтами, которые сами закрепляются за петли плит перекрытий, доводят панель до вертикального положения с помощью стяжных муфт. Далее освобождают петли стропов, уплотняют и выравнивают горизонтальный шов панели.

При установке панели на растворную постель необходимо обеспечить некоторый первоначальный наклон ее вовнутрь за счет укладки маячных прокладок ближе к наружной грани стены. При переводе панели в вертикальное положение путем изменения длины раскосов раствор под ее наружной гранью будет уплотняться. Если при установке панели она будет наклонена наружу, что недопустимо, то при переводе ее в вертикальное положение между панелью и постелью образуется щель, которую очень сложно заметить и зачеканить с подвесных люлек. Временное закрепление и выверку по отвесу осуществляют длинными или короткими подкосами. Длинный подкос соединяет монтажную петлю плиты перекрытия с верхом панели, а короткий — с монтажной петлей в панели на высоте 1,7 м. При использовании коротких подкосов закрепление панелей выполняют с перекрытий без применения стремянок и подмостей.

12.2.2. УСТАНОВКА ВНУТРЕННИХ СТЕН

Аналогично наружным панелям, под каждую внутренюю панель укладывают 2 марки-прокладки, наносят слой раствора на 3...5 мм выше уровня марок. Панель опускают, при натянутых стропах с помощью шаблона проверяют правильность установки ее основания, отклонения устраняют ломиком. Устанавливают и закрепляют подкосы со струбцинами. Вместо одного подкоса может быть треугольная опора в торце панели или в дверном проеме. Вертикальность панели выверяют с помощью рейки-отвеса и стяжной муфты подкоса. С панели снимают стропы, зачеканивают и уплотняют раствор под панелью со всех сторон. Часто устанавливают угловую связь между примыкающими стеновыми панелями — наружной и внутренней в виде тяги со струбциной (струбцина закрепляется на внутренней панели, а на наружной — крюк за монтажную петлю).

Для ускорения монтажа, установки внутренних панелей точно по заданным осям, применяют *фиксаторы-ловители*, заранее привариваемые к закладным деталям или заделываемые в панели перекрытий. Их изготавливают в виде специальных пространственных профилей или на строительной площадке из арматурной стали диаметром 10...12 мм, высотой 100 мм, просвет между фиксаторами больше толщины панели на 3 мм.

Конструкции крупнопанельных бескаркасных зданий предусматривают совместную пространственную работу всех элементов, совмещение в стеновых конструкциях несущих и ограждающих функций. Каждый только что установленный сборный элемент необходимо прочно закрепить в проектном положении. Для этого используют ранее установленные конструкции — элементы лестничных клеток, санитарно-технические кабины и др. В противном случае устанавливаемую конструкцию временно закрепляют на раскосах.

Монтаж панелей перекрытия ведут от ячеек, примыкающих к лестничной клетке. Сначала устанавливают панели удаленного от крана ряда, затем ближнего. Монтаж ведут последовательно в две стороны от лестничной клетки. Первая плита при укладке принимается с подмостей, последующие — с уже смонтированных плит перекрытий.

При любой схеме монтажа до укладки междуэтажных перекрытий в пределах каждой захватки должны быть полностью установлены панели стен и перегородок, вентиляционные блоки, санитарно-технические кабины и т. д., выполнена подготовка под полы. Нижележащее перекрытие должно быть загружено материалами и изделиями, необходимыми для выполнения внутренних работ на данном этаже.

12.3. Организация монтажных работ

Для оптимальной организации монтажных работ здание разбивают на захватки, которые в свою очередь могут быть разделены на монтажные участки. Основной принцип разбивки — должно быть предусмотрено не менее двух рабочих зон по вертикали строящегося здания: на одной осуществляется монтаж конструкций, на другой — сопутствующие процессы. При скоростном строительстве на второй зоне по вертикали на нижележащих этажах могут выполняться другие послемонтажные общестроительные работы.

Многосекционное здание для ускорения монтажа разбивают на захватки и монтажные зоны, для ведения работ может быть задействовано несколько монтажных кранов. Здания с числом секций до трех обычно монтируют одним краном. Здания в две и три секции чаще всего в плане разбивают на две захватки с попеременным ведением монтажа. Односекционные здания-башни, представляющие собой одну захватку,

разбивают на два монтажных участка, границы участков и соответственно зоны работы кранов тщательно контролируют.

В табл. 12.1 приведен график монтажных и сопутствующих работ при возведении типового этажа односекционного крупнопанельного здания. При разработке графика производства работ необходимо учитывать, чтобы планируемая трудоемкость монтажных работ на захватке была целым четным числом, продолжительность работ на монтажных участках должна быть одинаковой и равной целому числу рабочих смен. Планируемая трудоемкость работ по сварке и заделке стыков должна получиться кратной продолжительности монтажных процессов.

При строительстве многоэтажного здания для подъема и спуска рабочих используют грузопассажирские подъемники. Их обычно устанавливают после завершения монтажа пятого-шестого этажа и наращивают по мере увеличения высоты здания.

Краны целесообразно располагать со стороны фасада, не имеющего входов в здание, чтобы не затруднять доступ в него рабочих во время его возведения. Вводы в здание коммуникаций должны быть запроектированы со стороны входов.

Монтажные работы осуществляют «на кран», обеспечивая машинисту лучший обзор фронта работ. Применение башенного крана для монтажа подземной части здания рекомендуется только при заглублении фундаментов не более чем на 2,5 м. Сборные конструкции под монтаж могут подаваться непосредственно с транспортных средств либо с приобъектного склада.

Перед началом монтажа конструкций нового этажа выравнивают поверхность перекрытия и осуществляют точную разбивку мест установки стеновых панелей по всему периметру захватки, а иногда и здания.

Желательно иметь разрыв во времени между установкой смежных наружных панелей и примыкающей к стыку панели внутренних стен, что позволяет заделывать стык наружных панелей с наклейкой гидроизоляционного слоя и установкой утепляющего пакета в оптимальных условиях.

12.3.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МОНТАЖА

Монтажные работы по сооружению надземной части здания ведут поэтажно, причем вначале создают жесткий пространственный блок, а монтаж каждого последующего этажа начинают по достижении бетоном замоноличенных стыков несущих конструкций не менее 70% проектной прочности.

Монтаж конструкций здания на захватке начинают с установки панелей наружной торцевой стены, реже одной дальней,

Таблица 12.1. График монтажа конструкций типового этажа

Наименование процесса	Трудоемкость по ЕНиР, чел.-дн	Трудоемкость по ЕНиР, маш.-см	Трудоемкость по техкарте, чел.-дн	Трудоемкость по техкарте, маш.-см	Звено, чел.	Продолжительность работ, смены	Рабочие дни 1 2 3 4 5 6 7 — Рабочие смены 1 2
1	2	3	4	5	6	7	
Установка панелей наружных стен	21,75	5,44	20,00	5,00	4	2,5+2,5	2,5 / 2,5
Установка внутренних панелей, перегородок, плит лоджий	11,42	2,9	10,4	2,6		1,3+1,3	3,8 / 3,8
Лестничные марши и площадки	0,85	0,21	0,8	0,2		0,2+0	4,0
Вентблоки	3,13	0,78	2,4	0,6		0,3+0,3	4,3 / 4,1
Сантехкабины	1,0	0,25	0,8	0,2		0,1+0,1	4,4 / 4,2
Подача материалов на этаж	8,87	2,23	8,0	2,0		1,0+1,0	5,4 / 5,2
Укладка плит перекрытия	6,21	1,55	5,6	1,4		0,6+0,8	6,0 / 6,0
ИТОГО	53,23	13,36	48,0	12,0		6,0+6,0	1 монтажный участок — 2 монтажный участок
Электросварка	19,36	---	24	---	2	12	Монтажники - 4 чел. в смену
Заливка, конопатка, герметизация, расшивка швов, обслуживание крана	37,36	---	36	---	3	12	Сварщики - 2 чел. в смену; Бетонщики - 3 чел. в смену
ВСЕГО:	110	13,36	108,0	12,0	9	в смену	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9
ИТОГО:					18	в день	18 18 18 18 18 18 1 захватка - 6 дней

примыкающей к углу, чаще всех панелей от одного торца к другому. Затем переходят к монтажу панелей по дальней от крана оси здания, начиная от уже смонтированной торцовой панели и устанавливая их до конца захватки; последовательно устанавливают панели внутренней и ближней наружной стен, потом элементы лестниц, перегородок. Далее осуществляют подачу кирпича, панелей перегородок, сантехоборудования и т. д. для доделочных работ на этаже. Заключительный этап — укладка панелей перекрытий на захватке. Благодаря электросварке и замоноличиванию стыков образуется жесткий пространственный блок возводимого здания.

Конструкции стыков элементов зданий крупнопанельных схем очень разнообразны. В последние годы наиболее распространенной является конструктивная схема, при которой наружные панели самонесущие. В этом случае основное предназначение стыков — предохранение конструкций от коррозии, промокания, продувания и промерзания. Для предохранения от продувания и промокания снаружи и поверх выступа горизонтального стыка панели укладывают жгуты и шнуры из резины, пароизола, других герметизирующих материалов.

Водонепроницаемость шва и стыков обеспечивается заделкой уплотняющей мастикой. Такую же мастику применяют и во внутренних швах. После окончания работ по герметизации стыков и швов наружных и внутренних панелей пространство между их гранями замоноличивают бетонной смесью с тщательным уплотнением.

Несущая способность здания обеспечивается внутренними конструкциями и их сопряжением платформенным стыком.

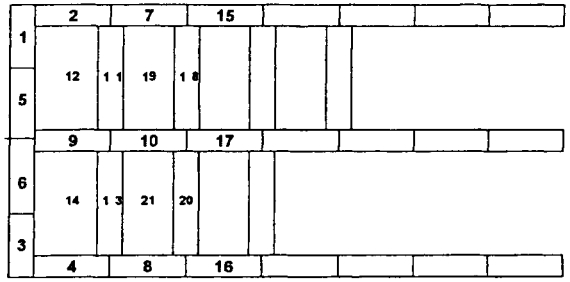
12.3.2. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ МОНТАЖА КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Последовательность монтажа здания зависит от многих факторов:

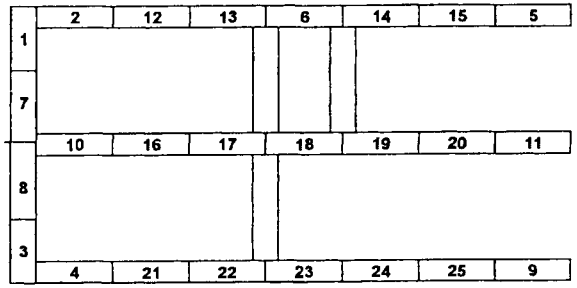
- конструктивных особенностей здания;
- последовательности установки элементов, рекомендуемой технологической картой;
- наличия подкосов, фиксаторов, монтажной оснастки.

1. **Схема монтажа крупнопанельных зданий с приобъектного склада** (рис. 12.1). Элементы завозят заранее и размещают в комплекте на этаж в зоне монтажного крана. При этом создаются наилучшие условия для установки сборных элементов, так как они могут быть поданы под монтаж в любой последовательности. Сборку ведут по принципу образования замкнутых ячеек. Первой создают угловую ячейку или сначала монтируют элементы лестничной клетки. Монтируют торцевые маячные панели, затем устанавливают примыкающие панели стен и перегородок с образованием замкнутых ячеек, внутри которых монтируют межкомнатные перегородки и сразу укладывают плиты перекрытий. При таком методе монтажа требуется минимальное количество приспособлений для временного крепления элементов.

2. **Схема монтажа с маячными панелями** (рис. 12.2). Это традиционный метод монтажа разнотипных жилых и общественных зданий. При нем упрощается промежуточный геодезический контроль, исключается скученность рабочих на отдельных участках. Монтаж начинают с маячных панелей, принимаемых в качестве опорных. Затем продолжают его по принципу замкнутых прямоугольников, последовательно монтируют панели наружных, внутренних поперечных и продольных стен, лестничные площадки и марши в пределах захватки. В последнюю очередь устанавливают панели перегородок, панели перекрытия и балконные плиты.



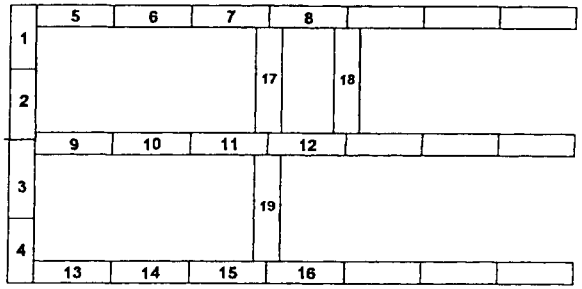
Р и с. 12.1. Схема монтажа элементов с приобъектного склада



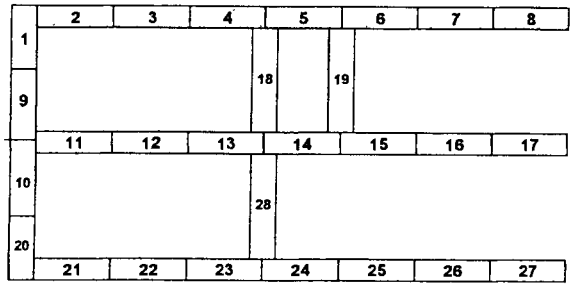
Р и с. 12.2. Схема монтажа элементов с маячными панелями

3. **Схема монтажа крупнопанельных зданий с транспортных средств** (рис. 12.3). Работы ведут по часовому графику монтажа, увязанному с графиком доставки сборных элементов. В монтажной зоне создается только небольшой запас малотиражных элементов. Повышается степень использования монтажного оборудования и ускоряется работа за счет ликвидации предварительной разгрузки и складирования. В процессе монтажа для обеспечения пространственной жесткости образуются замкнутые ячейки из однотипных вертикальных сборных элементов — панели торцевые, наружные, внутренних продольных стен, поперечных несущих стен или стен лестничных клеток.

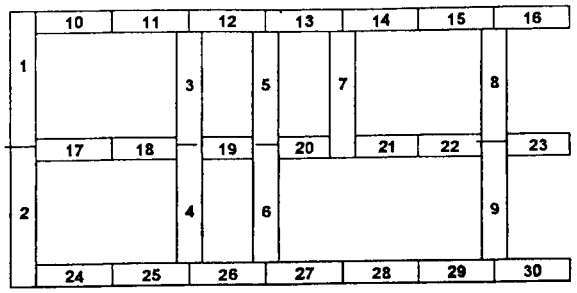
4. **Схема монтажа крупнопанельных зданий домостроительными комбинатами** (рис. 12.4). Метод основывается на повторении одинаковых монтажных операций, так как последовательно выставляются одноименные сборные элементы. В результате резко повышается производительность труда. Если в течение одной смены на объекте выставляют только одноименные элементы, то упрощается комплектование на заводе партии элементов, отправляемой на строительную площадку. Жесткие ячейки при



Р и с. 12.3. Схема монтажа элементов с транспортных средств



Р и с. 12.4. Схема монтажа домостроительными комбинатами



Р и с. 12.5. Схема монтажа при поперечных несущих стенах

этом не создаются, что повышает потребность в приспособлениях для временного закрепления элементов.

5. **Схема с поперечными несущими стенами** (рис. 12.5) требует первоначально устанавливать именно эти стены с тщательной выверкой и контролем соосности панелей. Затем монтаж выполняют традиционно — дальние от крана наружные, внутренние и ближние к крану панели.

Глава 13

МОНТАЖ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЪЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

13.1. Общие положения

Особенности и достоинства метода. Производство объемных элементов в заводских условиях для промышленных объектов обусловливается в первую очередь необходимостью монтажа сложного технического или технологического оборудования, выполнение которого не представляется возможным в построечных условиях.

Одним из важных этапов развития полносборного домостроения является строительство зданий из объемных элементов. Объемный элемент — готовый строительный блок с выполненной отделкой или полностью подготовленный под отделку с установленным в нем инженерным оборудованием.

Объемные элементы можно подразделить на несколько групп:

- блок-элементы для жилищного строительства;
- блок-комнаты, включая блок-кухни и лестничные клетки;
- блок-секции для жилищного строительства;

• блок-квартиры — блоки на всю ширину здания, включая две комнаты;

• просто объемные элементы — санитарно-технические кабины, лифтовые шахты.

Более удобна в работе двухкомнатная разрезка, при которой сокращаются число монтируемых элементов, длина сварных швов, удобен доступ ко всем четырем опорным углам. При однокомнатной разрезке внутренние опорные площадки остаются скрытыми.

За счет эффективной совместной работы пространственных конструкций блока достигается снижение расхода материалов — стали и бетона, а перенос основных технологических процессов в заводские условия повышает уровень индустриализации в 2 раза по сравнению с крупнопанельным домостроением.

Заводское изготовление объемных элементов. Объемные элементы изготавливают на заводах по двум направлениям: 1) в специальной опалубке их формуют монолитным способом; 2) собирают на заводе в специальном кондукторе из сборных железобетонных элементов, соединяют на сварке, стыки омоноличивают. По специфике сборки на заводе блоков в единую конструкцию их подразделяют на:

• «стакан» с приставной панелью потолка;

• «опрокинутый стакан» с приставной панелью пола;

• «лежачий стакан» с приставной наружной стеновой панелью.

Объемные блоки в заводских условиях могут быть доведены до сдаточной готовности. В них может быть выполнена вся отделка, установлены и остеклены оконные блоки, навешены двери, смонтированы шкафы и санитарно-технические приборы, трубопроводы, выполнена вся разводка и установлены все необходимые устройства и приборы.

Транспортирование объемных элементов. Готовые сборные элементы массой от 6 до 30 т грузят краном посредством специальной пространственной балансирной траверсы на транспорт и доставляют на строительную площадку, где монтаж осуществляют непосредственно с транспортных средств. Масса блок-комнат при их поточном изготовлении на заводах составляет 6...10 т, а блок-квартир — 20...30 т.

Возведение зданий из объемных блоков имеет ряд технологических ограничений, среди которых необходимость применения мощных кранов для погрузки, разгрузки, монтажа и сложность транспортирования блоков. Наличие в блоке смонтированных инженерных систем, остекленных оконных и дверных коробок

требует обеспечения максимальной амортизации при их транспортировании.

Перевозку блоков осуществляют на трейлерах или специальных транспортных средствах с применением подрессорных платформ, оборудованных устройствами для гашения вибрационных нагрузок и предохранения от образования трещин в конструкции блока. От воздействия атмосферных осадков в процессе хранения, транспортирования и монтажа блоки защищают водонепроницаемым покрытием или чехлами из синтетических материалов. Принимают меры по предохранению внутренней отделки от увлажнения в результате конденсации водяных паров (интенсивное проветривание, внутренний обогрев блоков).

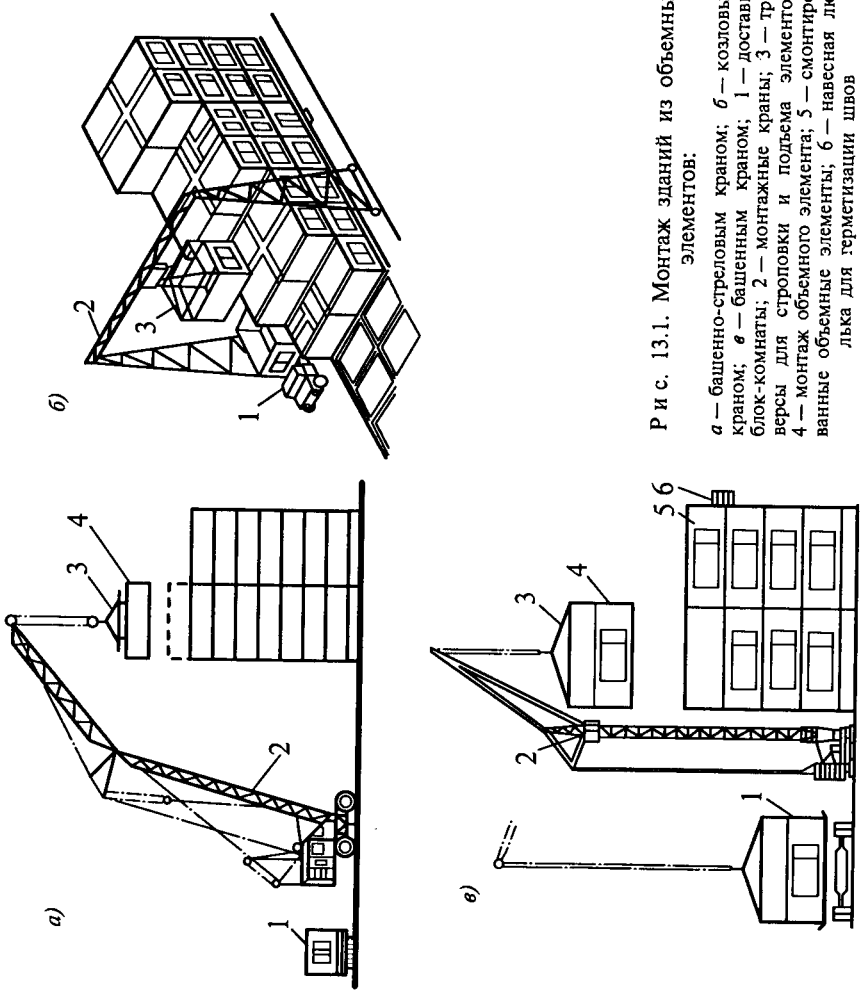
13.2. Технология монтажа элементов

Последовательность монтажа, монтажные механизмы. Нулевой цикл здания выполняют традиционными методами. Особое внимание уделяют геодезическому контролю работ, обязательному соблюдению допусков по горизонтали, вертикали и точности размеров сооружения в плане. Последовательность монтажа здания из объемных элементов определяется конструкцией блоков, способами их стыкования, применяемыми монтажными механизмами.

Объемные элементы монтируют с помощью козловых, башенных или гусеничных стреловых кранов (рис. 13.1). Наиболее удобными для монтажных работ являются козловые краны, при монтаже блока перемещающиеся в основном в одной плоскости, монтажники легко могут контролировать их перемещение и положение в пространстве несмотря на значительную массу элемента. Высота подвески крюков козловых кранов (до 31 м) позволяет с их помощью монтировать 9-этажные дома прямоугольной конфигурации.

Здания повышенной этажности (до 12 этажей) и ломаной конфигурации требуют применения стреловых, башенно-стреловых и башенных кранов грузоподъемностью до 100 т. Для этих кранов даже при наличии двух и более расчалок движение объемного элемента к месту установки малоуправляемо.

Необходимо отметить, что башенные и козловые краны большой грузоподъемности требуют для своего монтажа в большинстве случаев столько же времени, сколько займет монтаж объемных блоков самого дома. Применение таких кранов требует специального обоснования. Более мобильны-



Р и с. 13.1. Монтаж зданий из объемных элементов:

а — башенно-стреловым краном; *б* — козловым краном; *в* — башенным краном; 1 — доставка блок-комнаты; 2 — монтажные краны; 3 — траверсы для строповки и подъема элементов; 4 — монтаж объемного элемента; 5 — смонтированные объемные элементы; 6 — навесная люлька для герметизации швов

ми и менее дорогостоящими могут оказаться башенно-стреловые гусеничные краны и краны на спецшасси, но для их перемещения требуется свободная зона вокруг здания.

Гусеничные краны отдельных модификаций подходят по грузоподъемности, не требуют устройства рельсовых путей, ими можно монтировать здания сложной конфигурации. Но такие краны не обеспечивают плавный подъем и наведение монтируемого блока на опоры. Нижнее расположение кабины машиниста не позволяет видеть сам процесс установки элемента. Общение монтажников и машинистов через радиосвязь снижает качество и безопасность работы. Для крана требуется широкий сквозной проезд, состояние которого зависит от грунтовых и погодных условий. Условия эксплуатации проезда влияют на надежность работы крана, обеспечение всего технологического процесса монтажа здания.

В зависимости от конструктивных решений здания обычно устанавливают технологическую последовательность производства работ. Если здание запроектировано из *блок-секций*, расположение и соединение по вертикали и горизонтали санитарно-технического оборудования в нем предусмотрено таким образом, чтобы не мешать последовательной установке блоков от дальнего торца здания.

Для зданий с *блок-элементами* при расположении стыков коммуникаций внутри блоков наиболее рационально осуществлять параллельный монтаж обоих продольных рядов объемных блоков от одного торца здания к другому. Если в блок-комнатах коммуникации расположены снаружи задней торцевой грани блока и работы по их стыковке должны выполняться снаружи, то при монтаже необходимо учитывать продолжительность работ по стыковке коммуникаций. Поэтому блоки с коммуникациями лучше монтировать в первую очередь, затем можно устанавливать остальные блоки в одном и другом ряду так, чтобы не мешать соединению коммуникаций блоков.

Общие правила организации монтажа:

- здание разбивают на захватки только при очень большой его длине — 10...12 секций;
- точность установки блоков на первом этаже осуществляют с помощью теодолита, а на последующих этажах их устанавливают на нижележащие с выверкой только по вертикали;
- первыми монтируют блоки, наиболее удаленные от кабины машиниста;
- если в конструктивном решении этажа имеются плоские доборные элементы, сначала монтируют только все объемные;
- заделка стыков не должна мешать осуществлению монтажа.

Монтажные установочные оси фиксируют рисками, нанесенными масляной краской на объемные блоки на заводе с помощью шаблона. Первоначальная работа на новом монтажном горизонте — нивелирование опорных площадок, разметка осевых и установочных рисок, определяющих положение объемных элементов в плане. Риски обязательно выносят на перекрытие каждого этажа.

Подъем блоков с трейлеров осуществляют в два приема: сначала блок приподнимают и отводят в сторону от грузовой платформы трейлера, проверяют его положение в пространстве, надежность строповки и только затем подают к месту установки. Монтажники принимают блок на высоте 30...50 см от уровня перекрытия и на расстоянии не менее 1,5...2 м от ранее установленного блока и далее осторожно наводят его в проектное положение. Для удержания от раскачивания при подъеме и установке блока используют оттяжки, которые крепят к пространственной траверсе по диагонали. Самобалансирная траверса представляет собой крестообразную раму с четырьмя независимыми ветвями тросовой подвески (балками). Длину каждой ветви независимо от других можно изменить за счет специальных гидравлических цилиндров, установленных внутри трубчатых шарнирных балок.

Подготовка места установки блока зависит от способа опирания блоков и конструкции горизонтальных стыков между ними. Для блоков с *линейным опиранием* (опертые по контуру) первоначально устанавливают в углах 4 деревянных маяка, по периметру блока расстилают полосу цементно-песчаного раствора шириной 100...120 мм, уровень раствора должен быть на 3...5 мм выше уровня марок монтажного горизонта. Растворную постель выравнивают рейкой. Деревянные маяки предотвращают выдавливание раствора из-под объемного элемента, обеспечивают необходимую толщину его слоя и расположение блока на определенной отметке.

Для блоков с *точечным опиранием по углам* устраивают опорные площадки из металлических пластин, набираемых до нужной высоты при нивелировании монтажного горизонта. Цементно-песчаный раствор укладывают вокруг этих опорных площадок. По периметру блоков располагают пакеты плит из минеральной ваты или других изоляционных материалов, обернутых в синтетическую пленку.

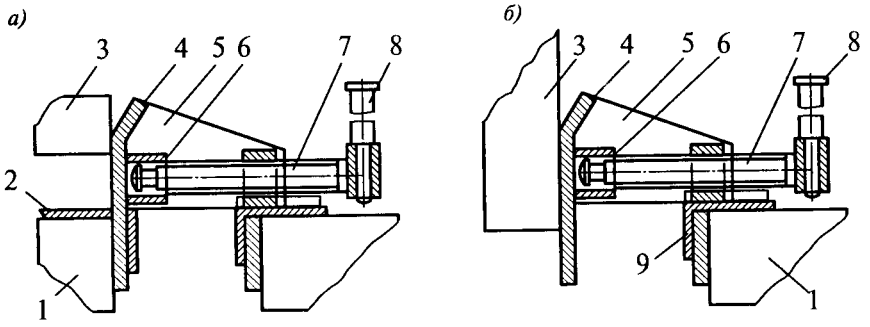
Смежные монтажные элементы соединяют между собой путем сварки закладных деталей в углах блоков. Общая жесткость здания достигается за счет жесткости самих блоков и их сварки между собой.

Точную установку блока в проектное положение осуществляют с применением упорных *фиксаторов* (рис. 13.2), которые обеспечивают его горизонтальное перемещение до полного совпадения с разбивочными рисками. Фиксаторы закрепляют в швах ранее смонтированных блоков нижнего ряда, по два на один устанавливаемый элемент и обеспечивают проектный зазор между смежными блоками при их установке в проектное положение. Фиксаторы снабжены механическими домкратами с упорными площадками, что позволяет вручную осуществить совмещение граней монтируемого блока с ранее установленными.

Блоки расстроповывают после окончательной их выверки, фиксаторы переставляют для выверки очередного блока. При выверке перемещать блок вручную или с помощью монтажных ломиков невозможно, поэтому для выверки используют только фиксаторы и монтажный кран. Необходимо помнить, что из-за несовпадения центра тяжести блока с его геометрическим центром даже при применении специальных траверс не всегда удается избежать перекоса подаваемого на монтаж блока.

Доборные стеновые элементы, применяемые в основном для жилых зданий, плиты балконов, лоджий, монтируют после окончания монтажа объемных блоков на этаже. Очередной этаж возводят после сварки узлов, соединения коммуникаций, заделки стыков нижнего этажа.

Герметизация стыков наружных панелей включает заводку (забивку) пористых жгутов или заполнение их быстротвердеющей строительной пеной, нанесение герметизирующей масти-



Р и с. 13.2. Монтажный фиксатор для объемных элементов:

а — при установке элемента на элемент; *б* — то же, для объемных элементов первого яруса; 1 — ранее установленные элементы; 2 — подготовленное основание (слой раствора); 3 — устанавливаемый элемент; 4 — фиксирующая плоскость; 5 — упор; 6 — опорная пята; 7 — винт; 8 — вороток; 9 — опорный уголок

ки и сверху защитного покрытия, предохраняющего ее от старения. В связи с опиранием блоков друг на друга только по контуру образуются значительные вертикальные и горизонтальные прослойки воздуха между соседними объемными элементами, которые обеспечивают высокие звукоизолирующие свойства внутренних ограждающих конструкций.

Для заделки стыков между объемными элементами могут быть использованы подвесные люльки или специальные монтажные контейнеры, устанавливаемые сверху на блоки. На блоки могут подвешиваться площадки для заделки стыков и швов.

Целесообразность метода. Трудоемкость работ на строительной площадке за счет максимальной механизации всех работ в заводских условиях по сравнению с крупнопанельными зданиями сокращается в 3...4 раза, в заводские условия переносится до 80% трудозатрат на возведение здания. Снижаются общая трудоемкость и себестоимость работ. Продолжительность возведения зданий из объемных элементов сокращается в 2...3 раза по сравнению с крупнопанельными. Среди недостатков метода следует отметить значительное увеличение грузоподъемности используемых механизмов и транспорта, сложность транспортировки, особенно в городских условиях, объемных элементов. Все это может привести к удорожанию строительства здания методом объемных элементов по сравнению с другими. Однако в случаях использования при строительстве объекта сложного технического оборудования, монтаж которого на строительной площадке провести невозможно, безусловно, целесообразно применять метод монтажа зданий из объемных элементов со встроенным на заводе технологическом оборудованием.

Глава 14

МЕТОД ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ И ЭТАЖЕЙ

14.1. Особенности метода

Метод подъема перекрытий и этажей используют для возведения жилых, общественных и производственных зданий.

Сущность метода подъема перекрытий заключается в изготовлении на уровне земли между ранее смонтированными железобетонными колоннами пакета перекрытий всех этажей и покрытия, которые с помощью подъемников последовательно поднимают по колоннам и ядрам жесткости и затем закрепляют в проектном положении. Метод подъема этажей отличается

тем, что после изготовления пакета перекрытий все или почти все конструкции каждого этажа монтируют на земле и потом готовый этаж в сборе поднимают на проектную отметку. При возведении зданий методом подъема перекрытий все работы по обустройству этажей ведут на проектных отметках, а при методе подъема этажей — на уровне земли.

Подъем перекрытий целесообразен для зданий свыше 9 этажей, подъем этажей, наоборот, для зданий этажностью от 5 до 9 этажей из-за необходимости установки очень большого количества тяг для подъема смонтированного этажа, требования повышенной прочности тяг, применения мощных подъемников.

Основные преимущества метода подъема этажей и перекрытий:

- в районах со слаборазвитой базой стройиндустрии можно организовать строительство жилья без применения башенных кранов;
- здания можно возводить в стесненных условиях строительной площадки, на застроенных территориях, при реконструкции предприятий, когда размеры строительной площадки незначительно превышают площадь застройки;
- метод применим в сейсмических зонах, при сложных инженерно-геологических условиях площадки;
- возможно использовать гибкую планировку этажей, осуществлять необходимую компоновку объема сооружения, применять нетиповые конструктивные и планировочные решения здания, иметь более широкую гамму архитектурных решений;
- метод универсален — позволяет возводить здания различного назначения, этажности, различных размеров и конфигурации в плане с использованием в основном средств малой механизации;
- бетонирование плит перекрытия осуществляют на уровне земли, что позволяет обеспечить высокий уровень механизации процесса. Перекрытия имеют гладкие потолки, малую строительную высоту, обладают повышенной жесткостью и огнестойкостью.

14.1.1. СПЕЦИФИКА ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

Особенность возводимых зданий заключается в том, что они часто имеют точечное очертание в плане, одно ядро жесткости, расположенное в центре здания, колонны вокруг ядра жесткости. Размеры таких зданий в плане от 30 × 30 до 40 × 40 м. Методом подъема перекрытий можно возводить здания разнообразной формы в плане — от простой до сложной, с различными

выступами, лоджиями, балконами, конфигурация плит перекрытий на разных этажах может быть различной, высота зданий достигать 30 этажей.

Методом подъема можно возводить и жилые многосекционные здания при двух обязательных требованиях — разбивка на захватки по площади секции и наличие дополнительных, кроме ядер жесткости, продольных и поперечных элементов жесткости.

Последовательность работ начального периода возведения здания:

1. Фундаменты под ядро жесткости делают в виде цельной монолитной плиты, фундаменты под колонны столбчатые, стаканного типа; ближайшие к ядру жесткости колонны можно устанавливать на фундаменте ядра жесткости;
2. После фундаментов возводят ядро жесткости, которое может быть сооружено сразу на всю высоту здания либо опережать возведение каркаса на несколько этажей;
3. Монтируют первый ярус колонн;
4. После устройства перекрытия над подвалом его выравнивают;
5. Устраивают бетонную подготовку или цементную стяжку по перекрытию, покрывают разделительным слоем для исключения сцепления плит с основанием;
6. Последовательно бетонируют весь пакет плит перекрытий. Плиты бетонируют поочередно, начиная с плиты первого этажа, бетонирование последующей начинается только после набора достаточной прочности бетоном предыдущей. Верхнюю поверхность каждой плиты выравнивают и покрывают разделительным слоем;
7. Только после этого на колонны устанавливают подъемное оборудование, его подключают к пульту и налаживают.

В практике возведения зданий методами подъема перекрытий и этажей встречаются два варианта возведения подземной части здания. При первом полностью возводится подвальная часть с устройством над ней перекрытия. В этом случае все перекрытия будут бетонироваться с уровня нулевых отметок. При втором варианте после установки стаканов фундаментов и монтажа колонн первого яруса на уровне верха стаканов осуществляют бетонирование всех перекрытий и плиты покрытия.

14.1.2. СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЯЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Колонны бывают сборные железобетонные и стальные. Сечение колонн в зависимости от нагрузок изменяется от 0,4 × 0,4 до 0,6 × 0,6 м. Длина колонн первого яруса обычно

8...10 м. Длина колонн последующих ярусов составляет 6...9 м, т. е. их изготавливают высотой в 2...3 этажа здания. Максимальная длина яруса колонны, устанавливаемой с земли стреловым краном, может достигать 30 м. Стык колонн предусмотрен на высоте 1,5 ...1,6 м над уровнем перекрытия, чтобы на пеньке колонны мог разместиться подъемник и чтобы не демонтировать его при установке очередного яруса колонн, так как он будет находиться ниже уровня стыка. Выше его можно легко на весу расположить одиночный кондуктор, применяемый при наращивании колонн. Колонны верхнего яруса изготавливают меньшей длины на те же 1,5...1,6 м, что позволяет им быть заподлицо с плитой покрытия и проще обеспечить гладкость и водонепроницаемость кровельного покрытия.

Для выдвижения подъемников выше плиты покрытия и подъема ее на проектную отметку используют инвентарные монтажные колонны — стальные секции с сечением, аналогичным сечению принятой колонны и высотой 1...1,3 м, которые потом будут демонтированы вместе с подъемниками.

Все колонны каркаса бесконсольные, в необходимых местах по высоте имеют прямоугольные поперечные отверстия размером 150 × 60 мм для установки крепежных штырей.

Перед установкой колонн первого яруса на них надевают стальные *воротники* — прокатные профили в виде квадратной рамы, которые при бетонировании будут замоноличены в плите перекрытия. Воротники служат для передачи нагрузки с плиты перекрытия на колонны, предотвращают разрушение стыка при постоянных подъемах плит перекрытий. Плиты поднимают за воротники, в которых предусмотрены отверстия для пропуска подъемных тяг домкратов и захвата плит при подъеме. Монтировать воротники на установленной колонне затруднительно, поэтому их нанизывают на колонны перед установкой. Число воротников на каждой колонне равно числу плит перекрытий. Встречаются воротники разъемные, т. е. состоящие из двух половинок, соединяемых болтами или сваркой. В этом случае воротники устанавливают непосредственно перед бетонированием плиты перекрытия.

Плиты перекрытий обычно выполнены из монолитного железобетона площадью 800...1000 м^2, равной площади этажа. При пролетах между колоннами 6...8 м плиты перекрытий выполняют плоскими толщиной 160...220 мм, при больших пролетах их делают пустотными, кессонными, ребристыми толщиной 350...450 мм. Для зданий с большими пролетами до 15 м применяют предварительно напряженные кессонные или ребристые плиты.

Ядра жесткости возводят из монолитного или сборного железобетона, из кирпича, в виде стальной пространственной конструкции. Внутри ядра обычно размещают лифты, лестницы и вертикальные коммуникации: вентиляционные каналы, дымоудаление, мусоропроводы, электротехнические панели. Кирпичные и сборные железобетонные ядра жесткости применяют в зданиях до 12 этажей. Их возводят обычно с опережением подъема плит на 2...3 этажа.

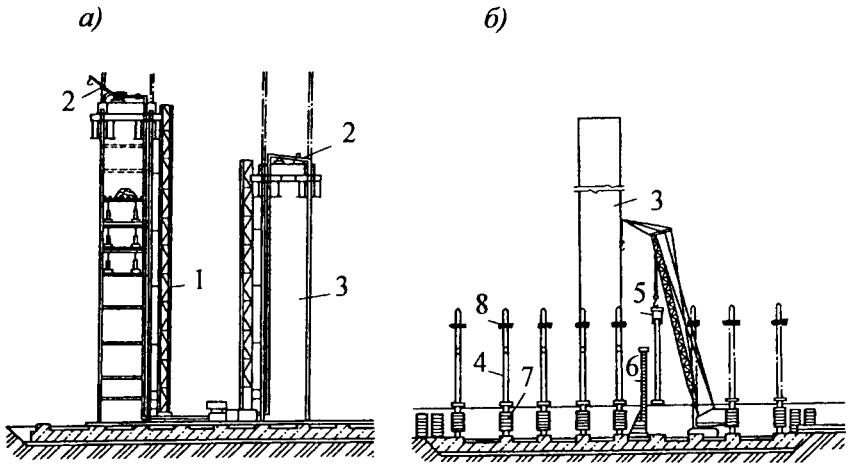
Наружные стены обычно самонесущие или навесные, их навешивают снаружи как и при возведении каркасно-панельных зданий.

Возводимые здания имеют каркасную конструкцию, поэтому несущих внутренних стен в них нет, за исключением стен ядер жесткости. Если возводимое здание сильно развито в плане и одного ядра жесткости оказывается недостаточно для восприятия всех горизонтальных нагрузок, часто предусматривают устройство дополнительных внутренних стен или ядер жесткости.

14.2. Опалубки для бетонирования ядер жесткости

В *скользящей опалубке* ядро жесткости обычно возводят сразу на всю его высоту, после этого внутри ядра монтируют встроенные конструкции — лифтовые шахты, лестничные марши и площадки. Монтировать элементы, опуская их в ядро на всю его высоту, и заводить конструкции в оставленные для них гнезда очень неудобно. Поэтому скользящую опалубку применяют только при возведении зданий высотой 9...12 этажей.

Монолитные железобетонные ядра жесткости при использовании *переставной опалубки* сначала бетонируют на высоту 2...3 этажей, а затем в процессе работ контролируют, чтобы верх забетонированного ядра жесткости опережал верх поднятой плиты покрытия на 2...3 этажа. Переставную опалубку используют чаще, оборачиваемость ее высокая, высота яруса бетонирования обычно равна половине высоты этажа и даже целому этажу. Установка встроенных конструкций также затруднена, их опускают в забетонированное ядро и далее заводят в оставленные гнезда. Перепад между верхом забетонированной шахты и уровнем монтажа встроенных конструкций составляет 4...5 этажей. Применение переставной опалубки для возведения ядер жесткости обычно ограничивается зданиями высотой до 16 этажей включительно.



Р и с. 14.1. Бетонирование ядра жесткости и монтаж колонн первого яруса:

а — возведение ядра жесткости; *б* — монтаж колонн; 1 — грузопассажирский подъемник; 2 — опалубка ядра жесткости; 3 — ядро жесткости; 4 — колонна первого яруса; 5 — строповка колонны; 6 — монтажные подмости; 7 — комплект воротников на колонне; 8 — домкраты для подъема плит

При любой принятой технологии возведение ядра жесткости должно опережать подъем плит (рис. 14.1). Прочность бетона в месте их опирания должна составлять не менее 70% проектной.

Предпочтительно применение смешанной опалубки — объемно-блочной с внутренней стороны ядра и крупнощитовой — с наружной. Отставание в установке сборных элементов в ядре жесткости при этом варианте бетонирования составит не более 2...3 этажей.

14.3. Технология изготовления плит перекрытий

До бетонирования пакета плит для них необходимо подготовить ровное и гладкое основание. Это основание может быть на уровне верха монолитной фундаментной плиты или на уровне перекрытия над подвалом. По этой плоскости устраивают цементную стяжку толщиной 25...30 мм для выравнивания основания. Для получения гладкой и прочной поверхности стяжку вакуумируют, по еще не затвердевшей поверхности проходят шлифовальной машиной, сверху устраивают необходимый разделительный слой; через 3...4 дня приступают к бетонированию пакета перекрытий.

Бетонируют поочередно, начиная с плиты первого этажа. Бетонирование следующей плиты начинают, когда бетон предыдущей набирает необходимую начальную прочность. Верхнюю поверхность каждой плиты выравнивают, шлифуют и покрывают разделительным слоем. Изготовление плиты непосредственно на объекте позволяет сделать ее сплошной на весь этаж вместе с балконами и лоджиями, утоняя сечение за счет размещения закладных элементов в этих местах при бетонировании. Кроме того, отсутствие в плите швов и монтажных петель улучшает звукоизоляцию.

В качестве разделительного слоя используют различные материалы:

- *рулонные* — рубероид, пергамин, полиэтиленовую пленку;
- *жидкие полимеры*, образующие при высыхании на поверхности пленку;
- *суспензии и эмульсии* — меловую, известковую или глинистую;
- *листовые материалы* — асбестоцементные, стеклоцементные и другие, которые, схватываясь с бетоном вышележащей плиты, образуют декоративную поверхность, практически не требующую последующей отделки.

Разделительный слой должен быстро высыхать, обладать достаточной прочностью и эластичностью, выдерживать нагрузку от рабочих и арматуры, хорошо предохранять бетон близлежащих плит от взаимного сцепления, иметь небольшое собственное сцепление с бетоном при необходимости удаления его с поверхности, быть дешевым. Наиболее удобны меловая паста с добавлением казеинового клея или известковый раствор на основе этинолевого лака.

После устройства разделительного слоя устанавливают арматурный каркас. На этот слой опускают вниз воротники по одному с каждой колонны. Под воротником необходимо оставить пространство для последующего подъема плиты, поэтому под ним укладывают четыре прокладки и герметизирующий шнур по контуру. Герметик в виде пакли зачеканивают в паз между колонной и воротником, а также в отверстия в воротнике для пропуска подъемных тяг, для этих же целей может быть использован просмоленный канат. Только после этого устанавливают арматурные каркасы, которые соединяют с воротниками сваркой. Желательно, чтобы каркас был из готовых сеток или даже сетчатых пространственных каркасов. Каркасы укладывают на прокладки для обеспечения защитного слоя бетона толщиной не менее 25...30 мм.

При использовании предварительного напряжения бетона в арматурный каркас устанавливают пластмассовые или металлические каналообразователи с уложенными в них арматурными прядями. После бетонирования и твердения бетона арматуру напрягают и крепят концы анкерами. Затем в канал нагнетают цементный раствор, связывающий арматуру с бетоном.

Для бетонирования плит перекрытий устанавливают бортовую опалубку, ограничивающую плиту по контуру. В качестве опалубки обычно применяют металлический швеллер по высоте плиты перекрытия. По длине к швеллеру приварены ребра из двух полос со сквозными отверстиями для анкерных болтов с гайками для крепления. После бетонирования первой плиты устанавливают бортовую опалубку второй плиты и закрепляют анкерными болтами, приваренными к каркасу арматуры. Это позволяет снять опалубку первой плиты для использования ее при бетонировании третьей.

Бетонирование каждой плиты ведут без устройства рабочих швов. Бетонную смесь подают бадьями, бетононасосами или по виброжелобам и хоботам. Уплотнение бетонной смеси осуществляют вибробулавами или виброрейками. В последнее время применяют «литые» бетонные смеси с добавками суперпластификаторов, которые делают смесь настолько пластичной, что она заполняет все труднодоступные места в ребрах, между пустотообразователями, упрощается процесс виброуплотнения.

Для улучшения структуры и повышения прочности бетона его подвергают вакуумированию, выравнивают виброрейкой, шлифуют алюминиевыми и пластмассовыми гладилками. Оптимальный цикл изготовления одной плиты, включая все необходимые и обязательные процессы, 2...3 сут.

14.4. Технология подъема перекрытий

14.4.1. ПОДЪЕМНИКИ, ПРИНЦИП ИХ РАБОТЫ

Комплект подъемного оборудования включает подъемники грузоподъемностью от 10 до 350 т, объединенные в синхронно действующую систему.

Число подъемников зависит от объемно-планировочного решения здания и массы поднимаемой конструкции. Оптимальное число подъемников в комплекте 24...36 шт.; при грузоподъемности каждого 50 т можно одновременно поднимать конструкции массой 1200...1800 т. Если подъемников требуется значительно больше, здание разбивают на захватки, на которых устанавливают собственные подъемники и пульты управ-

ления, подъем конструкций на этих захватках осуществляется самостоятельно и поочередно.

Подъемники бывают гидравлические, электрогидравлические и электромеханические с групповым пультом управления на 12 подъемников. Если используют несколько комплектов подъемников и соответственно несколько пультов управления, управление подъемом осуществляют с единого, общего пульта. Скорость подъема составляет обычно 2...4 м/ч.

Принцип работы подъемника в целом аналогичен домкратам двойного действия у скользящей опалубки. Разница заключается в том, что там стержни гладкие, а здесь с нарезкой. Для перемещения по нарезке служат специальные механизмы подкручивания гайки, которая при рабочем ходе завинчивается по резьбе, а при холостом ходе пробуксовывает, оставаясь на месте.

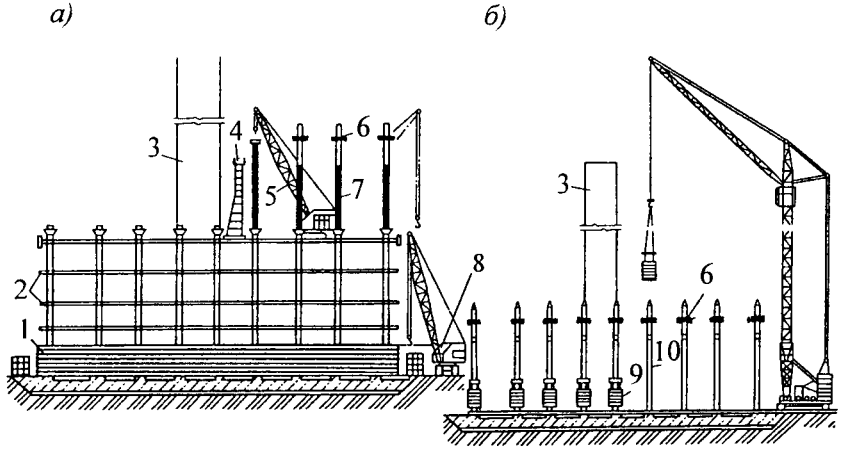
Существуют два типа применяемых подъемников. Подъемники первого типа устанавливают и закрепляют на оголовках колонн, после подъема перекрытий и этажей на высоту первого яруса их снимают и после монтажа колонн второго яруса снова устанавливают на эти колонны. Максимальная длина колонн при данном типе подъемников не может превышать 12 м.

Подъемники второго типа устанавливают в обхват колонн, они свободно перемещаются по длине колонны по тягам с нарезкой и, находясь в нижней части колонны, могут подниматься вверх по ней вместе с подвешенным перекрытием или этажом. Свободная длина колонны в этом случае равна расстоянию от уровня ее защемления до уровня подъемников.

14.4.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

К подъему плит перекрытий приступают после установки колонн первого яруса, бетонирования ядра жесткости частично или на полную высоту, окончания бетонирования пакета плит перекрытий, установки и отладки домкратной системы подъема (рис. 14.2). Устойчивость каркаса здания должна обеспечиваться на всех этапах работы, что и определяет схему подъема и последовательность производства работ.

Тяги от установленных подъемников подводят под плиту покрытия, зацепляют, обеспечивают синхронность подъема всей плиты, поднимают ее на промежуточный уровень (не менее 40 см), позволяющий оторвать плиту от общего пакета и осмотреть ее. Далее плиту поднимают выше верхнего ряда отверстий в колоннах (обычно это уровень 2...3-го этажей) для временного опирания плиты покрытия, дают возможность сработать всем пружинным защелкам. Плиту опускают на эти защелки, также опускают подъемные тяги, зацепляют следую-



Р и с. 14.2. Этапы устройства перекрытий:

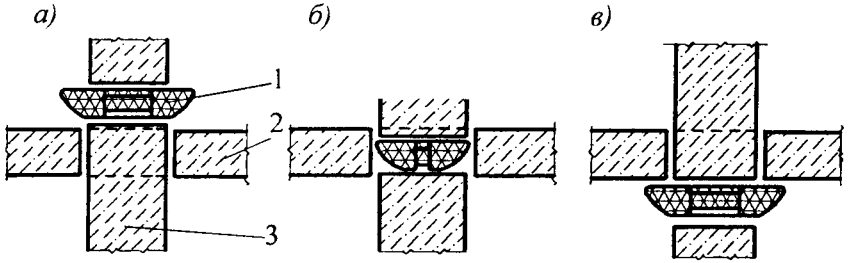
а — бетонирование и подъем плит, наращивание колонн; *б* — установка воротников, бетонирование первой плиты; 1 — пакет забетонированных плит; 2 — плиты верхних этажей, поднятые в промежуточное положение; 3 — ядро жесткости; 4 — монтажные подмости; 5 — крышевой кран; 6 — домкраты для подъема плит; 7 — колонны второго яруса; 8 — монтажный механизм для бетонирования пакета плит; 9 — комплект воротников на колонне; 10 — колонна первого яруса

щую плиту или сразу несколько плит (от двух до четырех), если позволяет грузоподъемность подъемников и имеется доступ ко всем точкам зацепления нижней поднимаемой плиты. Пакет плит поднимают в промежуточное положение и также опускают на пружинные защелки.

Затем монтируют колонны второго яруса и продолжают подъем плит с периодическим наращиванием колонн. Когда плиты перекрытий нижних этажей достигнут проектных отметок, их жестко соединяют с колоннами и ядром жесткости.

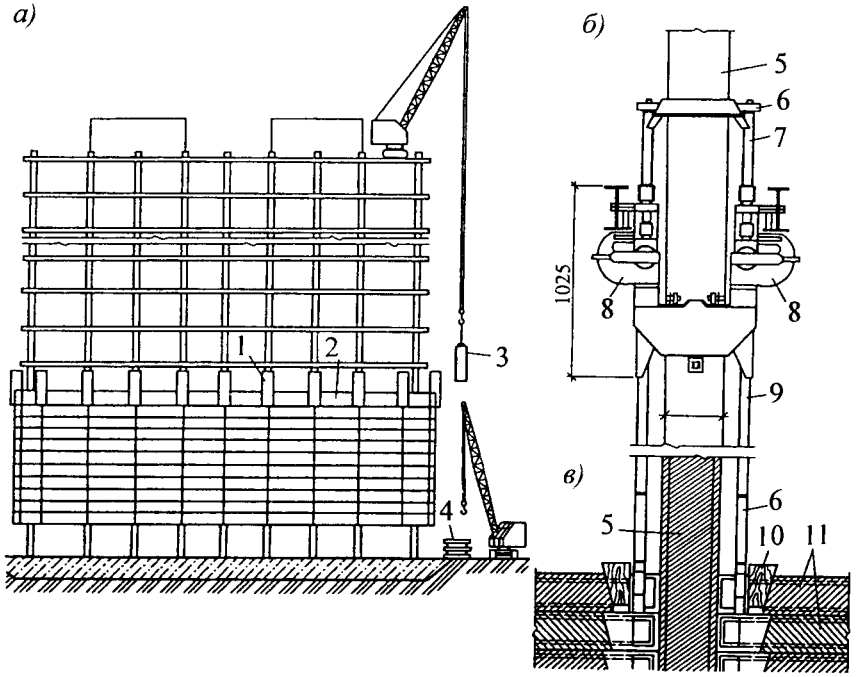
Для подъема в проектное положение плиты покрытия используют специальные монтажные колонны, которые временно закрепляются на колоннах последнего яруса. После завершения подъема и закрепления всех плит покрытий подъемники и монтажные колонны демонтируют. На этажи подают материалы и конструкции для оставшихся общестроительных работ, выкладывают или бетонируют стены и перегородки, выполняют установку всего внутреннего оборудования.

Плиты поднимают с помощью подъемных тяг, по две тяги на один подъемник. Через отверстия в воротнике опускают нижнюю захватную гайку, навинченную на нижнюю тягу-удлинитель, заводят заплечиком за нижнюю плоскость воротника и защемляют в таком положении клином. Гайки опускают



Р и с. 14.3. Схема автоматической защелки. Этапы подъема перекрытия:

а — защелка перед проходом через нее поднимаемого перекрытия; *б* — в период прохода защелки; *в* — опирание на защелку; 1 — защелка; 2 — перекрытие; 3 — колонна



Р и с. 14.4. Навеска стеновых панелей и схема электромеханического подъемника:

а — схема монтажа стенового ограждения; *б* — конструкция подъемника; *в* — закрепление тяг в плите перекрытия; 1, 2 — смонтированные панели; 3 — подъем стеновой панели; 4 — склад конструкций; 5 — колонна; 6 — верхняя рама подъемника; 7 — винтовая секция тяги; 8 — домкрат-подъемник; 9 — тяга; 10 — фиксатор тяги; 11 — плиты перекрытий

вниз вручную и начинают поднимать вверх при ручном режиме работы каждого отдельного подъемника. Степень натяжения контролируют визуально, после нужного натяжения подъем прекращают, устанавливают клинья, поджимающие тягу к воротнику и препятствующие ее выскальзыванию из-под воротника.

Защелки служат для временного опирания плит при подъеме (рис. 14.3). По достижении плитами перекрытия проектных отметок пружинные защелки заменяют на обычные *опорные штыри*, на которые опираются плиты в период эксплуатации здания.

После закрепления плит перекрытий на проектных отметках начинают монтаж конструкций, желательно с первого этажа здания вверх (рис. 14.4). Перед установкой наружных стеновых панелей в пределах этажа с применением различных приспособлений устраивают внутренние стены и перегородки, все остальные конструкции и элементы. Для подъема людей и материалов на этажи устанавливают грузопассажирский подъемник, наращиваемый по мере закрепления плит на проектных отметках.

14.4.3. МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Схемы механизации возведения зданий могут зависеть от разных факторов. Для зданий размером в плане до 30 × 30 м и высотой до 16 этажей применим отдельно стоящий башенный кран, размещенный на кольцевых путях, или два крана с двух сторон здания. Может быть использован и самоподъемный приставной башенный кран.

Гусеничный кран грузоподъемностью 6...10 т устанавливают на плиту покрытия и поднимают на ней по мере возведения здания. Кран свободно перемещается по плите, им монтируют все сборные конструкции (в частности, колонны), переставляют подъемники, осуществляют необходимый демонтаж после завершения подъема плит перекрытий на проектные отметки, навешивают стеновые панели.

При небольших размерах здания в плане на плите покрытия могут быть размещены автомобильный кран, погрузчик со стреловым оборудованием грузоподъемностью 4...8 т и даже просто крышевой кран, который после завершения работ легко может быть демонтирован по частям с крыши элементарным краном-укосиной.

После возведения здания монтажный механизм, установленный на плите покрытия, может быть демонтирован шевром, вертолетом, спущен по частям крышевым краном.

14.5. Технология работ при подъеме этажей

На уровне земли (или на перекрытии над подвалом) изготавливают в виде пакета одну за другой плиты перекрытий всех этажей и кровли. Затем готовую плиту покрытия с уже выполненной кровлей поднимают и закрепляют в верхней части первого яруса колонн. Осуществляют монтаж верхнего этажа на плите перекрытия, находящейся на земле, и затем поднимают полностью смонтированный этаж под закрепленную плиту кровли. В той же последовательности осуществляют монтаж и подъем следующих этажей.

Процесс подъема готовых этажей и последовательного монтажа конструкций сверху вниз повторяют до тех пор, пока не будет смонтировано все здание. Эту схему применяют, если стены и перегородки здания сборные.

Конструкции каждого отдельного этажа на уровне земли монтируют самоходными кранами грузоподъемностью до 10 т, предпочтительно гусеничными, поскольку они имеют большую производительность и маневренность по сравнению с автомобильными.

Возможны три варианта расположения монтажных механизмов. При значительном свободном пространстве между поднятой вверх плитой покрытия и пакетом плит покрытия может быть применен монтажный кран, осуществляющий установку всех элементов на верхней плите перекрытия, перемещаясь вдоль здания с одной стороны. При недостаточных вылете стрелы и грузоподъемности кран при монтаже должен будет перемещаться вокруг здания. При третьей схеме устраивают земляную подсыпку (пандус) или эстакаду для заезда монтажного механизма на пакет плит, и перемещаясь по верхней плите, он будет осуществлять монтаж конструкций данного этажа.

Для обеспечения нормальных условий монтажа конструкций всех промежуточных этажей поднимаемый (уже поднятый) этаж должен находиться выше верхней отметки стрелы крана в поднятом положении, чего не всегда можно достичь. При небольших размерах здания в плане конструкции очередного этажа можно монтировать автомобильным краном или автопогрузчиком со стреловым оснащением. Погрузчик с подвешенной на нем сборной конструкцией, например стеновой панелью, перемещается по пакету перекрытий, подвозит панель к месту установки, опускает на подкладки и после выверки и временного закрепления панели подкосами отъезжает за следующей панелью.

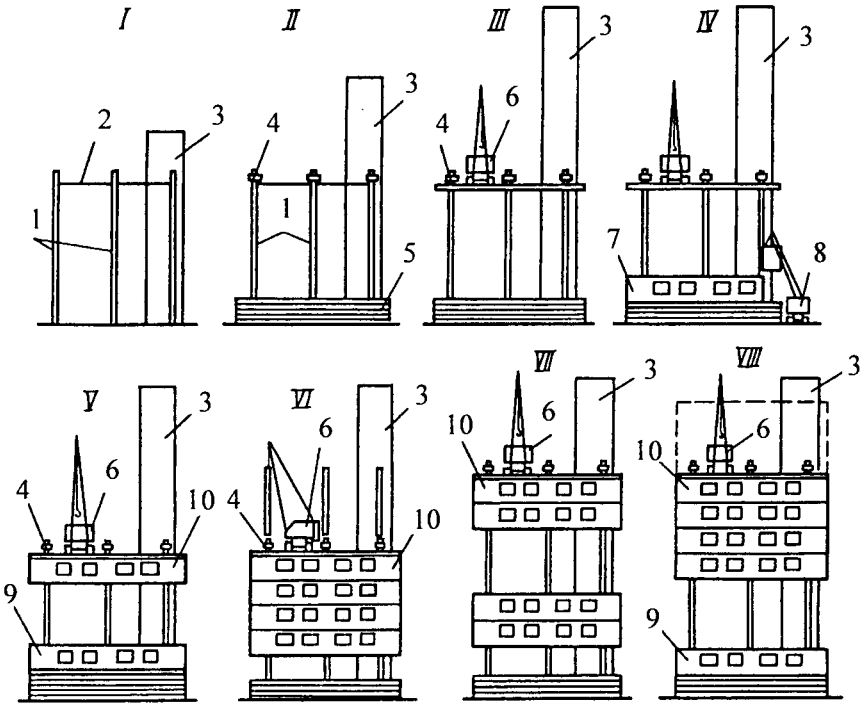
По окончании монтажа всех конструкций этажа панели сваривают и подкосы снимают. Для повышения эффективности применения метода подъема этажей архитектурно-планировочное решение этажа должно быть таким, чтобы после сварки и замоноличивания стыков сборных элементов обеспечивалась их устойчивость, т. е. не должно быть отдельно стоящих панелей стен и панелей, соединенных в одну линию, без примыкающих к ним в поперечном направлении панелей. Если такие отдельные элементы имеются на этаже, то перед подъемом они должны быть временно дополнительно закреплены. Одновременно с монтажом конструкций на плите складируют материалы, необходимые для завершения строительных работ на проектной отметке.

Схема подъема этажей аналогична подъему перекрытий и предусматривает последовательный подъем каждого этажа, начиная с верхнего. Однако, в отличие от применяемой схемы одновременного подъема нескольких плит перекрытий, возможно осуществлять подъем только одного этажа до проектного или промежуточного положения (рис. 14.5).

Подготовительные работы — устройство фундаментов, установка колонн первого яруса, бетонирование плит перекрытий и бетонирование ядра жесткости — выполняют так же, как и при возведении зданий методом подъема перекрытий. По окончании изготовления пакета плит на верхней плите осуществляют монтаж парапетных панелей, устройство теплоизоляции и мягкой кровли (кроме последнего слоя). Затем на верхнюю плиту устанавливают подъемное оборудование с пультом управления.

На плиту покрытия заезжает монтажный кран для установки колонн верхних ярусов, обслуживания подъемников и других транспортно-монтажных операций. Этот механизм в процессе всего подъема будет находиться на верхней плите и после его окончания может быть снят с крыши целиком с помощью специальной разборной стрелы. После этого на колоннах устанавливают подъемное оборудование и поднимают верхнюю плиту покрытия, минимальная высота подъема — не менее двух этажей. Целесообразно, чтобы по мере подъема плиты покрытия с нее устанавливались в монтажные отверстия защелки, что позволит при подъеме этажей без проблем устанавливать их на промежуточные опоры.

Затем монтируют сборные конструкции верхнего этажа и поднимают его под уже поднятую плиту покрытия. Для устранения влияния присоса при отрыве плиты необходимо последовательно включать крайние подъемники для подъема ее на



Р и с. 14.5. Последовательность возведения здания методом подъема перекрытий:

I...VIII — этапы работ; 1 — колонны первого яруса; 2 — временные монтажные связи; 3 — ядро жесткости; 4 — гидравлический подъемник; 5 — пакет забетонированных междуэтажных плит; 6 — крышевой кран; 7 — верхний этаж здания в период монтажа конструкций; 8 — кран для монтажа конструкций этажей; 9 — смонтированный этаж, подготовленный к подъему; 10 — этажи здания, поднятые с помощью подъемников в промежуточное положение

величину одного цикла 8...10 мм. После отрыва плиты все подъемники включаются на автоматический режим и готовый этаж плавно и равномерно поднимается вверх под плиту покрытия. После окончания подъема и закрепления этажа на этих промежуточных отметках наращивают колонны, переставляют подъемники и поднимают верхний этаж вместе с покрытием на очередной монтажный горизонт, т. е. на всю высоту вновь установленного яруса колонн. Колонны наращивают как и при подъеме плит перекрытий с помощью одиночных кондукторов с раздвижными или навесными подмостями.

Минимальная высота подъема плиты покрытия более 5 м, это позволяет начать монтаж на верхнем перекрытии стеновых панелей, а также внутренних конструкций и оборудования

верхнего этажа. Устойчивость каждой устанавливаемой панели обеспечивается за счет общей пространственной устойчивости соединяемых вместе смежных панелей, монтаж которых лучше начинать с одного из углов здания.

Для подъема верхнего этажа на проектные отметки на верх колонн верхнего яруса устанавливают и закрепляют инвентарные монтажные колонны, по которым поднимают верхние этажи до проектных отметок, и затем эти колонны демонтируют.

Когда верхний этаж поднят на проектные отметки, его закрепляют к ядру жесткости клиньями или винтовыми упорами, жестко соединяют по верху воротников перекрытий с колоннами. Для того чтобы поднимаемые конструкции этажа установить на колоннах на проектные отметки, этаж поднимают на 20...30 мм выше отверстий в колоннах, вынимают инвентарные автоматические защелки, в освободившиеся отверстия заводят опорные штыри, подъемники включают на опускание, этаж мягко опускается на эти опорные штыри, которые приваривают к воротникам плиты. Бетоном зачеканивают зазоры между колоннами и воротниками. Параллельно с этим заделывают горизонтальные швы наружных и внутренних стен, в которые помещают специальные герметизирующие прокладки, состоящие из искусственного каучука, пропитанного специальными составами для повышения долговечности.

После закрепления этажа под него поднимают следующий и также закрепляют. Аналогичным образом собирают и поднимают на проектные отметки конструкции нижележащих этажей. Когда появляется возможность, а именно после подъема второго этажа здания, на его проектные отметки осуществляют демонтаж инвентарных монтажных колонн и подъемников. Далее с уровня земли монтируют сборные элементы первого этажа.

Нашел применение для производства работ и специальный крышевой кран, который легко монтировать и демонтировать.

После подъема на проектные отметки верхнего этажа можно приступать к зачеканке с наружной стороны швов между стеновыми панелями цементно-известковым раствором. Работы выполняют с подвесной люльки. На этаже можно выполнять санитарно-технические и отделочные работы. Необходимые для этого материалы могут быть подняты вместе с этажом. Окончательную отделку этажей при рассматриваемом методе осуществляют сверху вниз.

При разбивке здания большой протяженности плиты со смонтированными этажами изготавливают и поднимают отдельно для каждой захватки.

Глава 15

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

15.1. Общие положения

Высотные здания (выше 17 этажей) чаще бывают компактными, небольших размеров в плане, реже протяженными, многосекционными. Монтаж таких зданий осуществляют методом наращивания с использованием приставных, передвижных и самоподъемных башенных кранов.

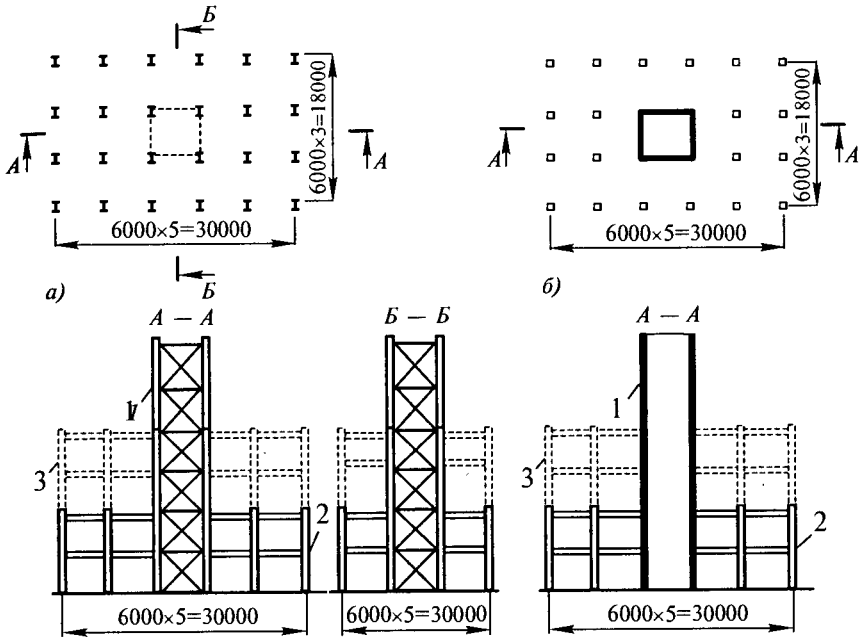
Конструктивной основой высотных зданий является стальной, железобетонный или комбинированный каркас с пространственным ядром жесткости или плоскими диафрагмами — связями.

При железобетонном каркасе или металлическом, но обетонированном, монтаж последующих ярусов возможен только после заделки стыков колонн, обетонирования металлических колонн нижних ярусов и набора бетоном стыков не менее 70% марочной прочности.

В большинстве высотных зданий предусмотрено ядро жесткости, которое воспринимает горизонтальные нагрузки от примыкающих частей здания и обеспечивает устойчивость и пространственную жесткость всего здания в процессе монтажа и эксплуатации. В некоторых зданиях сначала выполняют монтаж ядра жесткости, например, лифтовой шахты до проектной отметки, а затем — возведение остальных конструктивных элементов (рис. 15.1).

Ядро жесткости чаще выполняют в монолитных конструкциях, обычно бетонирование ядра опережает монтаж каркаса на 1...2 яруса. Для надежного соединения каркаса к ядру здания в стенках ядра жесткости должны быть оставлены штрабы, проемы с оголенными стержнями арматуры для крепления к ним балок каркаса сварными или болтовыми соединениями. Это очень трудоемко, но гарантирует, что монолитное ядро сразу начинает воспринимать горизонтальные нагрузки установленной части каркаса.

По конструктивным особенностям и технологическим условиям бетонирование ядра жесткости может отставать от монтажа каркаса. Это отставание допускает, что смонтированные конструкции сразу свариваются и обетонируются, чем обеспечивается быстрый набор стыками 70%-й прочности. Предельная высота, на которую монтаж может опережать бетонирование ядра жесткости, не должна превышать 8 этажей,



Р и с. 15.1. Схемы высотных зданий:

а — со стальным ядром жесткости; *б* — с железобетонным каркасом; 1 — ядро жесткости; 2 — смонтированная часть каркаса; 3 — монтируемая часть каркаса

обязательным условием при этом должно быть раскрепление каркаса временными вертикальными и наклонными связями.

Междуэтажные перекрытия обычно устраивают из крупнопанельных элементов, иногда в сборно-монолитном варианте.

15.2. Применяемые монтажные механизмы

Приставные краны имеют высоту подъема крюка до 100...150 м; треугольные или квадратные жесткие диски, закрепляющие башню крана к каркасу здания, устанавливают через 15...25 м.

В зданиях высотой свыше 150 м применяют *самоподъемные краны*, размещаемые вне габаритов возводимого здания. Такие краны перемещаются только по вертикали, поэтому их положение в плане определяется радиусом их действия и конфигурацией здания. Обычно принимают такое число самоподъемных кранов, чтобы охватить рабочими зонами все строящееся здание. Каждый кран со своей стоянки монтирует конструк-

ции в пределах одного яруса (двух, трех или четырех этажей), после чего его поднимают на новую стоянку.

Самоподъемные башенные краны решены в универсальном исполнении и перемещаются по высоте внутри одной из ячеек каркаса здания. При обычном решении расположения крана башня в нижней части опирается на опорные балки, обычно расположенные крестообразно. Эти балки имеют по концам поворотные или откидные консоли; опирание крана происходит через эти балки на ригели каркаса здания с помощью съемных хомутов. При необходимости подъема крана консоли убирают, чтобы он, поднимаясь, свободно проходил между ригелями смонтированного каркаса. По высоте перемещается кран с помощью специальной обоймы — пространственной конструкции, которая охватывает башню крана. Конструкция стыков башни позволяет обойме скользить по ней — перемещаться вверх и вниз.

Обойма через свои выносные опорные балки опирается на ригели каркаса. При перестановке крана по высоте первоначально поднимают и устанавливают на верхних ригелях смонтированного каркаса обойму, закрепляют и натягивают подъемный полиспаст, с помощью которого приподнимают башню крана. Откидывают консоли опорных балок, поднимают кран на следующую стоянку через 2...4 этажа, снова разворачивают консоли опорных балок, опускают кран на ригели каркаса, закрепляют опорную площадку хомутами. Обойма при подъеме крана служит направляющей и удерживает башню в вертикальном положении. Полиспаст располагается под центром тяжести крана, что исключает его перекосы при подъеме.

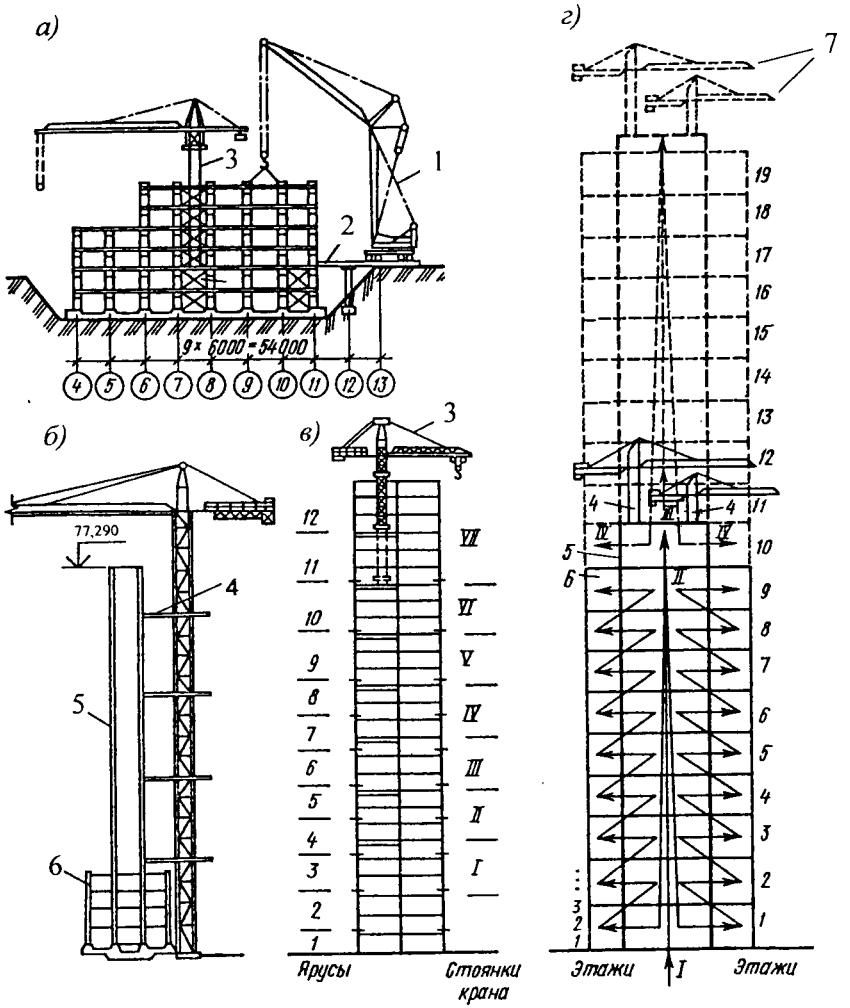
Наземными передвижными кранами можно монтировать здания высотой до 70 м, приставные краны позволяют монтировать здания высотой до 150 м, для самоподъемных кранов высота здания практически не ограничивается.

Самоподъемные и приставные краны могут быть оборудованы горизонтальными стрелами с подвижной кареткой или подъемными стрелами с грузовым полиспастом на конце стрелы.

Для монтажа стальных конструкций каркасов многоэтажных зданий могут быть использованы следующие типы кранов (рис. 15.2):

• наземные — башенные, гусеничные (в башенно-стреловом исполнении), рельсовые, пневмоколесные; они должны иметь значительную высоту подъема при необходимой грузоподъемности;

• самоподъемные башенные, устанавливаемые внутри контура здания и опирающиеся на смонтированные конструкции.

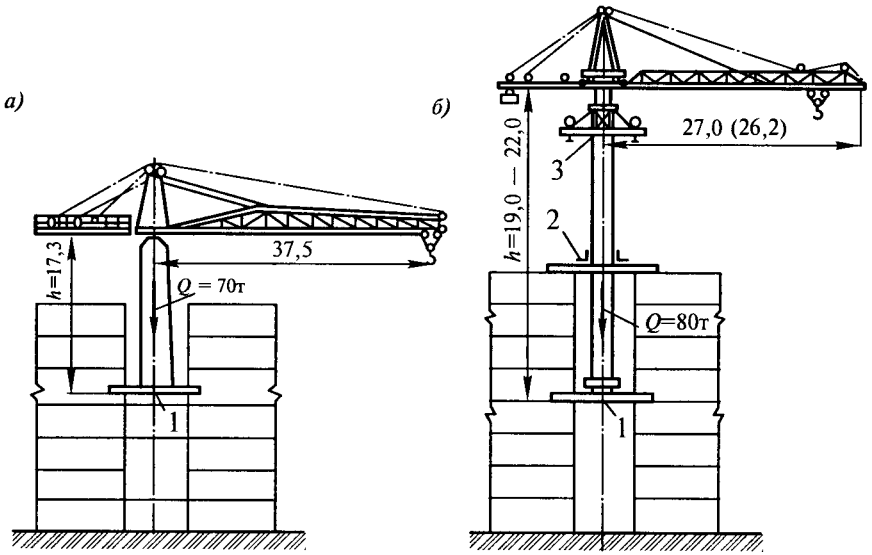


Р и с. 15.2. Схемы возведения высотных зданий:

а — передвижным и самоподъемным кранами; *б* — приставным краном; *в* — самоподъемным краном; *г* — двумя самоподъемными кранами; 1, 3, 7 — монтажные краны; 2 — путь движения крана; 4 — монтажные связи крана; 5 — ядро жесткости; 6 — стальной каркас; *I...VII* — этапы работ

Краны передвигаются вверх по мере выполнения крановой сборки и крепятся к каркасу здания (рис. 15.3);

• стационарные приставные краны, устанавливаемые на земле, вне контура здания, и подращиваемые по мере крано-



Р и с. 15.3. Схемы самоподъемных кранов для монтажа высотных зданий:
а — краны типа УБК с защемлением в горизонтальной плоскости; *б* — краны типа СБК с защемлением в вертикальной плоскости; 1 — нижняя опора; 2 — верхняя опора для восприятия горизонтальных реакций; 3 — подвижная обойма для самоподъема крана на следующую стоянку

вой сборки, с закреплением башни к каркасу здания распорками-обоймами;

• комбинированные передвижно-приставные краны, используемые до отметок 50...55 м как свободностоящие и передвигающиеся по подкрановым путям, а на более высоких отметках работающие как стационарные приставные.

15.3. Способы монтажа зданий

15.3.1. МОНТАЖ ЗДАНИЙ ПРИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОМ КАРКАСЕ

Для сокращения сроков строительства и ускорения производства работ здание разбивают на захватки и рабочие участки. Возведение здания осуществляют по одно- или двухзахватной системе. Захватки обычно ограничиваются температурными швами, каждая захватка делится на два участка. Если на первом участке захватки осуществляют монтаж, то на втором в это же время на ранее смонтированных элементах осуществляют окончательную сварку стыков и их заделку и заливку швов. Работы организуют вертикальным потоком при поэтажном монтаже

или последовательными ярусами сразу на высоту яруса. Ярус по высоте обычно составляет 2...4 этажа и зависит от конструктивных особенностей здания и принятой высоты колонн. Иногда применяют неразрезные колонны на высоту сразу 6 этажей, высота монтажного яруса в этом случае также составит 6 этажей. Одноэтажную разрезку применяют крайне редко, обычно при использовании в каркасе рамных железобетонных элементов.

В зависимости от конструктивного решения наиболее распространены следующие типы зданий:

• *со сборным каркасом и самонесущими стенами.* Каркас таких зданий в поперечном направлении компонуют из жестких рам. В продольном направлении колонны соединяют жестким диском-перекрытием, передающим горизонтальные усилия на стены;

• *со сборным каркасом и навесными панелями.* При таком решении каркас выполняют рамной конструкции в двух направлениях, а при наличии рам только в одной плоскости, в другой ставят связи;

• *рамной конструкции с безбалочным перекрытием.* Основными элементами каркаса являются колонны со стыками через 2 этажа, ригели, плиты перекрытий и стеновые панели.

Возведение высотного здания подразделяют на следующие этапы:

• возведение подземной части здания;

• бетонирование ядра жесткости;

• монтаж сборных конструкций или возведение монолитного каркаса;

• монтаж перегородок;

• отделочные работы.

Монтаж конструкций каркаса включает установку конструкций в проектное положение, их выверку, сварку стыковых соединений, противокоррозионную защиту, заделку стыков и швов. Указанные процессы обычно выполняют двумя смежными потоками:

1) устанавливают элементы каркаса, осуществляют сварку и антикоррозионную защиту конструкций;

2) осуществляют замоноличивание монтажных стыков, узлов, заливку швов плит перекрытий и бетонирование монолитных участков каркаса.

Монтаж конструкций каркаса здания начинают с установки колонн. Качество всех смонтированных конструкций в значительной мере зависит от точности установки колонн в плане и по высоте, поэтому их выверке необходимо уделить большое внимание.

Колонны первого яруса заделывают в стаканах фундаментов, на последующих ярусах колонны временно закрепляют в кондукторах. Применяют кондукторы на одну, две и четыре колонны. При применении групповых кондукторов на четыре колонны в работе должно быть не менее двух кондукторов, что позволит одновременно монтировать три смежные ячейки.

При установке ригелей и плит групповой кондуктор служит в качестве подмостей. После выполнения в ячейке сварки всех стыков кондуктор перемещают на следующую стоянку.

При использовании кондукторов выверку каждой колонны по осям осуществляют с помощью винтовых устройств кондукторов, обеспечивающих принудительную выверку колонн и временное их закрепление, которое может выполняться также с помощью инвентарных расчалок или жестких подкосов с винтовыми муфтами, подкосы закрепляют к закладным петлям ранее установленных конструкций.

Работы второго потока осуществляют непосредственно после установки и выверки конструкций каждого яруса отдельного монтажного участка на захватке.

Элементы каркаса устанавливают в последовательности, обеспечивающей создание замкнутых ячеек каркаса и, следовательно, устойчивость смонтированных конструкций. При самоподъемном кране сначала устанавливают конструкции ячеек, расположенных вблизи крана, затем — более удаленных.

При каркасе из сборных железобетонных конструкций его жесткость и устойчивость обеспечиваются не только прочностью самих конструкций, но и прочностью стыков колонн, всех остальных стыков элементов каркаса. Запрещается приступать к монтажу конструкций последующего этажа, пока не будут закреплены сварными соединениями все стыки и узлы предыдущего.

В железобетонных каркасах с плоскими вертикальными диафрагмами жесткости монтаж конструкций каждого яруса (этажа) выполняют в такой последовательности:

1) колонны, диафрагмы жесткости, ригели;

2) наружные стеновые панели, оставшиеся внутренние панели и перегородки;

3) лестничные площадки и марши, плиты перекрытий.

Широкое распространение получило использование крышевых кранов для монтажа стеновых панелей, других элементов ограждения. Они применимы для бетонирования верхних ярусов ядра жесткости на высоту до 6 этажей, для подачи на высотные приемные площадки бетона, раствора, мелкоштучных и сыпучих материалов, санитарно-технического оборудования, столярных изделий и т. д.

Монтаж стеновых панелей либо совмещают с монтажом каркаса и ведут параллельно, либо их навешивают сразу на всю высоту здания после окончания возведения каркаса. Во втором случае для монтажа стеновых панелей может быть задействован крышевой кран.

Элементы железобетонного каркаса устанавливают в последовательности, обеспечивающей создание замкнутых ячеек каркаса. Все несущие конструкции и связи необходимо закреплять сразу после выверки элементов каждой ячейки. Особое внимание необходимо уделить правильности положения колонн в плане и обеспечению их вертикальности. Для этого колонны устанавливают с помощью одиночных, групповых кондукторов и РШИ, с применением подкосов и гибких расчалок.

Межколонные плиты-распорки укладывают сразу после ригелей, их приваривают к закладным деталям, расположенным на опорных гранях ригелей и элементов стен жесткости. Рядовые плиты приваривают к закладным деталям обязательно в трех узлах. Качество приварки каждой плиты необходимо проконтролировать до укладки соседней плиты.

15.3.2. МОНТАЖ ЗДАНИЙ ПРИ СТАЛЬНОМ И СМЕШАННОМ КАРКАСАХ

Высота каркаса может достигать 200 м и более, а общая масса — десятков тысяч тонн. Стальной каркас высотного здания состоит из колонн и ригелей, соединенных в двух направлениях жесткими сварными узлами в рамные системы, воспринимающие вертикальные и горизонтальные (ветровые) нагрузки. Колонны изготавливают сварными с использованием, по возможности, стандартных прокатных профилей. Наиболее часто встречаемые сечения — двутавровое, квадратное и крестовое. Торцы у колонн обычно фрезеруют. Стыки стальных колонн выполняют с фрезерованными торцами. Во избежание возможного неточного совпадения торцов в плане в верхнем торце предусмотрена строганая плита. Стыки колонн после закрепления болтами и выверки проваривают по контуру.

Стыки колонн каркаса располагают через каждые два, три или четыре этажа на одном уровне и для удобства производства монтажных соединений находятся на высоте 80...120 см от уровня перекрытий. Для обеспечения долговечности и огнестойкости стальной каркас армируют и обетонируют, что с

учетом включения в работу на сжатие бетона приводит в целом к снижению расхода металла.

Стальные ригели каркаса обычно бывают двутаврового сечения, сварные, с уширенной нижней полкой, на которую укладывают плиты междуэтажных перекрытий.

Междуэтажные перекрытия каркаса могут компоноваться:

- из главных и второстепенных балок (при стальном каркасе здания) с укладкой по ним сборных плит или бетонированием монолитного перекрытия;
- только из главных балок (ригелей) с уширенной полкой, на которую укладывают сборные железобетонные плиты перекрытий;
- из распорных железобетонных плит, укладываемых только по оси колонн, с закладными деталями для сопряжения сварными накладками плит смежных пролетов и ригелей;
- из унифицированных, облегченных или многопустотных плит перекрытий, свободно укладываемых в пазы стальных или железобетонных ригелей, но не привариваемых к ним из-за отсутствия закладных деталей.

В несущих каркасах ряда зданий предусматривается на всю высоту устройство замкнутой шахты из четырех взаимно перпендикулярных вертикальных жестких плоскостей из стальных или железобетонных конструкций. Эта шахта воспринимает все горизонтальные нагрузки на здание и обеспечивает его общую устойчивость. Такая шахта называется шахтой жесткости, или ядром жесткости. Все остальные элементы каркаса должны крепиться к этому ядру жесткости, а каждое перекрытие представлять единую жесткую и неизменяемую горизонтальную плоскость или жесткий плоский диск. Все примыкающие к ядру жесткости элементы несущего каркаса здания работают в этом случае только на вертикальную нагрузку.

Возведение зданий со стальным каркасом можно осуществлять раздельным и комплексным методами. При *раздельном методе* сначала на всю высоту монтируют стальной каркас, затем начинают общестроительные работы. Достоинство такого решения — более широким фронтом, большим количеством кранов можно вести монтажные работы одновременно на нескольких захватках, затем также по всему зданию и общестроительные работы. Но при таком решении требуется обеспечение повышенной жесткости каркаса в процессе монтажа, что приводит к дополнительному расходу металла. По этой причине при комплексном методе на 30...40% сокращается расход металла на каркас здания.

При *комплексном методе* возведения здания одновременно выполняют монтажные, строительные, специальные и отделочные работы. Монтаж металлоконструкций осуществляют на верхнем ярусе (верхних двух-четырех этажах): на самом верху — монтаж, несколько ниже — выверку и в нижней части яруса — окончательную сварку и клепку монтажных соединений.

Одновременно, с отставанием на 2...3 этажа (на следующем ярусе), ведут монтаж сборных железобетонных перекрытий. При большем разрыве по высоте укладка плит будет затруднена вышерасположенным металлическим каркасом. С отставанием еще на 4...5 этажей осуществляют обетонирование каркаса, устройство монолитных участков перекрытий. Еще ниже по вертикали выполняют установку оконных переплетов с остеклением, ниже оштукатуривание, еще ниже — другие отделочные и специальные работы. Таким образом, работы по возведению здания ведут одновременно на 8...10 этажах.

В сборно-монолитном конструктивном решении в одном цикле совмещают монолитные и сборные процессы, последовательность их выполнения определяется конструктивными особенностями здания.

15.3.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КАРКАСА В ПЕРИОД МОНТАЖА

Монтаж конструкций многоэтажных зданий требует неукоснительного соблюдения следующего правила: не приступать к установке конструкций следующего яруса (высоту яруса определяет длина отправочного элемента колонны) до выверки и надежного закрепления нижележащего. Это требование продиктовано необходимостью обеспечения прочности и устойчивости здания на протяжении всего периода его возведения.

В процессе крановой сборки каркаса на высоту 5...6 этажей должны быть выполнены следующие требования:

- проверена устойчивость каркаса в процессе монтажа в соответствии с рекомендованной в ППР очередностью крановой сборки;
- предусмотрена установка временных монтажных связей между колоннами, обеспечивающих их устойчивость до набора прочности замоноличенных стыков в плитах перекрытий;
- проектно закреплены вертикальные связи, рамные узлы сопряжения ригелей с колоннами;

• выполнено устройство жестких междуэтажных перекрытий, обеспечивающих общую устойчивость здания;

• осуществлена проверка прочности отдельных элементов каркаса и узлов на нагрузки от самоподъемных и приставных кранов в местах их опирания на каркас.

Монтаж стального каркаса здания следует выполнять поярусно — в первую очередь необходимо смонтировать все элементы ядра жесткости и тщательно их выверить. Временное закрепление колонн при монтаже выполняют с помощью кондукторов или инвентарных расчалок, обеспечивающих устойчивость колонн до раскрепления их постоянными проектными элементами связей, которые уже обеспечивают устойчивость смонтированной части сооружения. Если проектных связей недостаточно для обеспечения жесткости каркаса, устанавливают временные связи. Проектное закрепление колонн выполняют сразу после монтажа и выверки элементов ячейки — четырех колонн, связанных ригелями.

Приступать к монтажу следующего яруса можно только после проектного закрепления всех элементов предыдущего и, если это необходимо, установки временных связей, обеспечивающих устойчивость сооружения.

При монтаже многоэтажных зданий из сборного железобетона основным требованием к производству работ является обеспечение прочности и устойчивости не только смонтированной части сооружения, но и отдельных конструктивных элементов. Требования СНиП о достижении проектной прочности бетона в замоноличенных стыках и узлах несущих конструкций нижерасположенного яруса может значительно снизить темп крановой сборки и удлинить общие сроки монтажа каркаса здания, особенно в зимнее время.

Для частичного выполнения этих требований и продолжения монтажа каркаса, не ожидая набора бетоном требуемой прочности, необходимо:

• во всех элементах каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий) предусмотреть закладные детали, приварка которых после установки конструкции в проектное положение уже обеспечивает устойчивость и снижает риск деформирования каркаса до замоноличивания монтажных сопряжений;

• установить временные монтажные вертикальные связи между колоннами или горизонтальные связи над междуэтажными перекрытиями в крайних пролетах, обеспечивающие их устойчивость до набора прочности замоноличенных узлов и стыков в плитах перекрытий;

• проверить прочность элементов и узлов на нагрузки от самоподъемных кранов в местах их опирания на эти элементы;

• проверить устойчивость каркаса в процессе монтажа с учетом принятой в ППР очередности крановой сборки и замоноличивания стыков и узлов;

• обеспечить совместную работу каркаса стенок монолитной шахты жесткости и постоянных связей, обеспечивающих устойчивость ядра жесткости.

В состав унифицированных каркасов многоэтажных и высотных зданий включены распорные плиты, которые устанавливают по оси колонн и в которых предусмотрены закладные детали, позволяющие соединить между собой стыковыми накладками плиты двух смежных пролетов. Поэтому для включения в работу всего диска междуэтажного перекрытия каждого этажа, обеспечивающего устойчивость смонтированной части каркаса, все узлы сопряжений плит с ригелями и колоннами, а также швы между плитами должны быть замоноличены немедленно после окончания монтажа каждого этажа (яруса).

15.4. Отделочные работы

Отделочные работы могут совмещаться с монтажом каркаса и общестроительными работами, либо выполняться сразу на всю высоту здания после завершения монтажных работ. При совмещении к отделочным работам приступают на первом этаже первой захватки, когда монтажники начинают монтаж конструкций на 6...10 этажах на второй захватке. Затем они меняются захватками до полного окончания монтажа, когда все пространство на обеих захватках передается отделочникам. Отделочные работы ведут снизу вверх, для гарантии от протечек на уровне одного из смонтированных перекрытий устраивают гидроизоляцию. Если отделочные работы выполняют после завершения монтажных, их ведут сверху вниз, что наиболее оптимально по технологии; увеличивается фронт работ отделочников, улучшаются условия работы.

Монтаж лифтов выполняют параллельно с возведением здания, его желательно завершить и пустить лифты непосредственно после окончания монтажных и кровельных работ.

Глава 16

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ — БАШЕН, МАЧТ, ТРУБ

16.1. Общие положения

Высотными называют сооружения, высота которых намного превышает их размеры в поперечном сечении. Такие сооружения работают на восприятие преимущественно горизонтальных нагрузок, основной из которых является ветровая. К высотным сооружениям относят вытяжные трубы (вентиляционные и дымовые), опоры антенных сооружений радио и телевидения, метеорологические вышки, опоры воздушных линий электропередач и т. п.

Высотные сооружения необходимы не только для многих крупных промышленных предприятий. Без них невозможны дальнейшее развитие теле- и радиокоммуникаций, передача электроэнергии на большие расстояния. Высокие трубы способствуют улучшению экологической обстановки.

Назначение дымовых и газоотводящих труб известно, мачты обычно применяют для линий электропередач, они специфичны с точки зрения их работы, восприятия нагрузок, наличия фарфоровых изоляционных гирлянд, опасности поражения током. Башни обычно используют для средств связи, часто их оборудуют передатчиками теле- и радиопрограмм, телефонных систем.

Башня — вертикально и свободно стоящее высотное сооружение, жестко защемленное в основании, что достигается анкеровкой ствола башни к фундаментам, и не требующая по этой причине оттяжек. В большинстве случаев башни проектируют в виде пространственных конструкций, имеющих форму призмы или пирамиды, часто с небольшими переломами в очертании поясов по высоте. Башни представляют собой решетчатые конструкции из трубчатых, прокатных или сварных профилей. Предпочтительнее трубчатое, а не из проката решение башни, так как у труб коэффициент аэродинамического сопротивления ветру меньше, что позволяет выполнить более тонким сечение конструкции. Поперечное сечение — треугольник, квадрат, шестигранник, восьмигранник. По центру башни иногда предусматривают вертикальные конструкции для шахт лифтов, лестниц, различных технологических устройств.

Устойчивость башен обеспечивается надежным соединением надземной части с фундаментами. Для уменьшения объема

фундаментов и особенно глубины их заложения базу башни проектируют уширенной в виде усеченной пирамиды с фундаментами по ее периметру, а каркас верхней части башни в виде призмы. Стыки поясов и решетки башни могут быть сварными или болтовыми.

Высота радио- и телевизионных опор обычно 180...380 м, радиорелейных опор — 50...120 м, вытяжных труб-башен — 90...180 м, молниеотводов — 170...230 м.

Мачта — вертикальное высотное сооружение, шарнирно или защемленно опирающееся на фундамент и удерживаемое натянутыми и наклонно идущими к земле стальными канатами-оттяжками в один или несколько ярусов. Мачты чаще всего имеют решетчатую конструкцию трех- или четырехгранного сечения или листовую конструкцию в виде сплошной трубы. Ствол решетчатых мачт состоит из пространственных секций длиной 6,75...13 м, изготавливаемых на заводе и соединяемых при монтаже фланцами на болтах. Мачты листовой конструкции состоят из секций диаметром 1,2...2,5 м длиной до 9 м, они соединяются между собой встык сваркой или болтами на накладках. Встречаются и комбинированные решения соединения элементов.

Для строительства мачт и башен применяют обычно сталь, железобетон используют реже (в основном для телевизионных башен). На практике нередко монтируют башни смешанной конструкции — нижняя часть из железобетона, верхняя — из стали.

Мачты экономичнее башен по расходу металла и стоимости. При высоте до 150 м стоимость мачт на 20...30% ниже. Этот разрыв возрастает с увеличением высоты сооружения. Однако сооружениям мачтового типа присущи определенные недостатки.

Достоинства башен по сравнению с мачтами:

- меньшая площадь застройки;
- отсутствие необходимости периодической регулировки и замены растяжек;
- бо́льшая надежность при эксплуатации;
- удобное при монтаже и эксплуатации технологическое оборудование;
- бо́льшая эстетичность — отсутствие оттяжек и растяжек.

При выборе конструктивного решения того или иного сооружения в каждом конкретном случае проводят технико-экономическое обоснование различных вариантов решений с учетом местных условий строительства.

Башни часто возводят в труднодоступных местах, а также на просадочных и вечномерзлых основаниях. Однако это не имеет принципиального значения, так как башни обычно устанавливают на кольцевой фундамент.

Основной при расчетах является ветровая нагрузка, составляющая 70...80% итоговой. С увеличением высоты сооружения возрастает и интенсивность ветровой нагрузки.

16.2. Монтаж башен

Башни отличаются от зданий и сооружений обычного типа:

- большой высотой конструкций (телебашня в Москве — 533 м), значительно превышающей размеры поперечного сечения и основания в плане;
- незначительной массой технологического оборудования по сравнению с собственной массой конструкций;
- второстепенным значением собственной массы конструкций и технологического оборудования по сравнению с ветровой нагрузкой.

Технологические факторы возведения башен:

- значительная зависимость возможности проведения монтажных работ от метеорологических условий (ветер, гололед, туман, низкая температура);
- ограниченное число рабочих мест в зоне производства работ;
- небольшая масса монтажных элементов и их малая повторяемость;
- повышенные требования к качеству работ и точности монтажа, постоянный геодезический контроль.

При монтаже башен необходимо учитывать возникающие дополнительные нагрузки от:

- монтажных механизмов (подвесные краны, порталы, лебедки);
- изменения пространственного положения конструкции в процессе монтажа по сравнению с эксплуатационным (поворот башни вокруг шарниров при методе поворота);
- приложения сосредоточенных усилий в отдельных узлах при подъеме (крановый подъем собранной башни или ее частей, собранных на земле).

Экономические требования к башням:

- долговечность сооружения при наименьших затратах на его строительство и эксплуатацию;

- технологичность, малая трудоемкость при заводском изготовлении и монтаже;
- минимальные сроки работ, максимальная безопасность и нормальные условия ведения монтажных работ.

При возведении башен наиболее распространены следующие методы:

- наращивание конструкций в проектном положении — традиционное поярусное возведение снизу вверх;
- монтаж поворотом — предварительная сборка башни на земле в горизонтальном положении с последующим поворотом вокруг шарнира в вертикальное проектное положение;
- подращивание конструкции — сборка в вертикальном положении, начиная с самых верхних конструкций, их подъем, подведение под них последующих конструкций, их общий подъем до полного выдвижения всей конструкции.

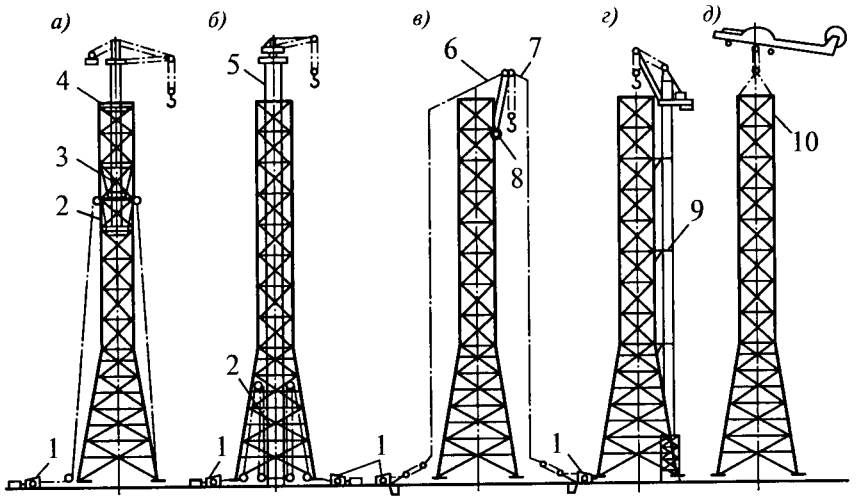
У каждого метода имеются свои способы и разновидности. Но для большинства башен с пирамидальной нижней частью монтаж этой части осуществляют готовыми пространственными блоками до отметки, определяемой техническими возможностями принятых монтажных стреловых или башенных кранов.

16.2.1. МОНТАЖ БАШЕН НАРАЩИВАНИЕМ

Метод имеет преимущественное распространение, им монтируют в основном башни высотой до 100 м. Сущность метода — поярусный монтаж от нижних отметок к верхним с использованием различных монтажных механизмов. При наращивании монтаж ведут до определенных отметок монтажным краном, установленным на земле, а затем другим механизмом, установленным или закрепленным на смонтированных конструкциях. Этот механизм последовательно перемещается по смонтированным конструкциям по мере возведения башни и осуществляет поэлементный монтаж.

Монтаж наращиванием можно осуществлять с помощью различных монтажных механизмов (рис. 16.1):

- переставным краном типа кран-укосина, состоящим из стойки длиной 8,5 м, которая нижней и верхней частями крепится к элементам возводимой башни, и стрелы длиной 28 м, шарнирно соединенной с нижней частью стойки и с верхней частью — полиспастом. Грузоподъемность крана до 6,5 т. Недостатки крана-укосины заключаются в невозможности монтировать башню пространственными блоками, частых и трудоемких перестановках механизма по высоте;



Р и с. 16.1. Схемы монтажа башен:

а — универсальным подвесным краном; *б* — оголовком самоподъемного крана на трубе; *в* — самоподъемным портальным подъемником; *г* — приставным краном; *д* — вертолетом; 1 — электролебедка с якорем; 2 — тяговые полиспасты; 3 — обойма; 4 — монтажная рама; 5 — труба; 6 — задняя тяга; 7 — передняя тяга; 8 — опорный столик; 9 — опорные рамки крана; 10 — ловители

• универсальными подвесными самоподъемными кранами — все монтажные работы выполняют только на высоте, для использования крана требуется свободное от конструктивных элементов внутреннее пространство башни;

• ползучими самоподъемными кранами, которые опираются на уже смонтированные ими конструкции и по мере возведения сооружения перемещаются по вертикали на вновь установленные секции. Кран конструктивно решен в виде решетчатого ствола со стрелой и перемещающейся обоймой. Она служит для закрепления крана в рабочем положении на сооружении и для перемещения ствола крана по вертикали на следующую стоянку. Перемещение крана осуществляется с помощью специальных блоков и лебедок.

При монтаже вытяжной башни с помощью универсального подвесного крана (см. рис. 16.1, *а*) его устанавливают в газоотводящем стволе. Перемещение крана вверх после завершения монтажа очередного яруса башни осуществляют с помощью подъемных полиспастов, устанавливаемых и закрепляемых в нижней опорной части крана. Устойчивость механизма в процессе выдвижения на новый монтажный горизонт обеспечивают специальной обоймой, устанавливаемой в верхней части смонтированных конструкций сооружения. Грузоподъемность крана — до 4,5 т, монтаж конструкций сооружения выполняют поэлементно.

Монтаж вытяжных башен осуществляют с помощью оголовка самоподъемного (ползучего) крана, устанавливаемого на верхних секциях металлического газоотводящего ствола (см. рис. 16.1, *б*). Монтаж призматической части башни осуществляют также поэлементно, возможно частичное укрупнение в плоскостные блоки в пределах грузоподъемности крана (5...12 т).

При использовании ползучих портальных подъемников монтаж осуществляют пространственными секциями массой до 40 т. Портальный подъемник устанавливают на специально разработанные монтажные столики, которые закрепляют к уже смонтированным конструкциям башни (см. рис. 16.1, *в*). Наклон портального подъемника изменяют с помощью подъемного (переднего) и тормозного (заднего) полиспастов, подъем и установку монтируемого блока осуществляют грузовым полиспастом, перестановку на очередную стоянку — с помощью подъемной балки и полиспастов перестановки, закрепленных вдоль стоек подъемника.

Крупноблочный монтаж с помощью самоподъемных портальных подъемников значительно сокращает объем верхолазных работ по сравнению с монтажом отдельными элементами. Главным препятствием широкого применения подъемников было расположение якорей переднего и заднего полиспастов и лебедок на значительном расстоянии от оси башни (1,5 высоты монтируемого сооружения). В настоящее время используется решение, позволяющее закрепить тяги наклона портала к основанию башни.

В условиях стесненной площадки возможен монтаж башен с помощью приставных кранов (см. рис. 16.1, *г*). Устойчивость крана обеспечивается специальными опорными рамками, которыми кран крепится к смонтированной части башни. Ствол крана выдвигают вверх по мере монтажа башни с помощью полиспастов, расположенных в опорном устройстве крана. При подъеме полиспастами он скользит вверх по направляющим, находящимся в верхней части опорного устройства и на опорных рамках.

Варианты монтажа собранными на земле блоками (секциями):

• самоходными гусеничными, пневмоколесными и мобильными кранами на специальных шасси;

• башенными кранами достаточной высоты для установки верхних элементов;

• приставными башенными кранами высотой 120...150 м в два этапа: до отметки 65 м кран работает, находясь свободно на своем основании, а далее ствол крана наращивают в верхней части дополнительными звеньями и для повышения устойчивости дополнительно соединяют монтажными диафрагмами со смонтированной частью башни.

Во всех этих случаях монтаж сооружения ведут секциями, а их укрупнение осуществляют на специальной площадке в зоне действия монтажного крана.

Монтаж башен приставным краном обеспечивает высокую скорость монтажных работ благодаря крупноблочному монтажу конструкций башни, недостатком данной схемы производства работ является их значительная трудоемкость по установке, перемещениям и демонтажу крана.

Для монтажа крупноблочных конструкций башни, установки и замены технологического оборудования, верхних частей башни используют вертолеты (см. рис. 16.1, *д*). Широкое использование вертолетов для монтажных работ ограничивается их недостаточной грузоподъемностью и высокой стоимостью эксплуатации.

16.2.2. ПОВОРОТ БАШЕН ВОКРУГ ШАРНИРА

Монтаж высотных сооружений *методом поворота* явился результатом стремления к выполнению основного объема монтажных работ на низких отметках и в безопасных условиях.

Метод наиболее часто применяют для башен высотой 40...80 м, реже — при высоте до 100 м. Сборку осуществляют на земле в горизонтальном положении с использованием автокрана. Пояс нижнего яруса башни закрепляют в шарнирах, которые устанавливают на фундаментах этой башни. Подъем в вертикальное положение осуществляют вокруг шарнира с помощью лебедок тяговых полиспастов и падающей стрелы, которую могут заменить шевры, неподвижные и наклоняющиеся мачты, краны и другие монтажные механизмы. Достоинства метода — сборка конструкций башни на земле не требует высококвалифицированных верхолазов, сборка такелажа и подъемного оборудования также выполняется на земле и доступна для контроля.

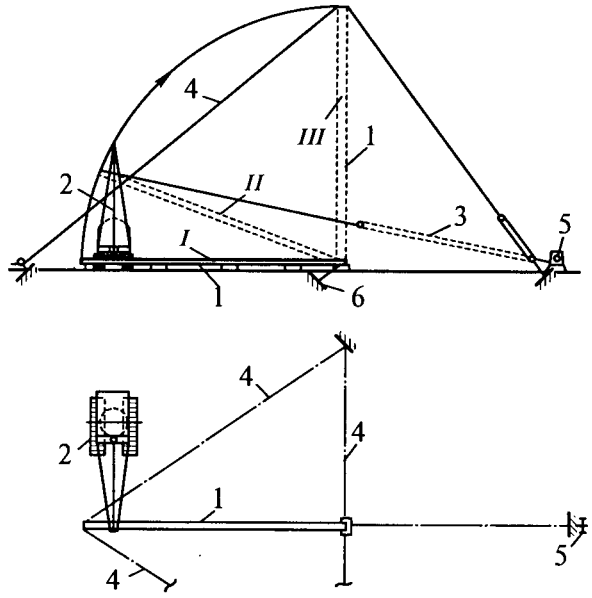
Башню не только полностью собирают на земле и окрашивают, но и монтируют большую часть радиотехнического оборудования, кабелей и проводки. При монтаже башни методом

поворота учитывают наличие двух этапов. Первый — от начала поворота до положения неустойчивого равновесия, когда центр тяжести башни проходит через поворотный шарнир, после чего наступает второй этап, когда включаются в работу тормозные оттяжки и полиспасты, обеспечивающие плавное опускание опорных башмаков на фундаменты.

Существует несколько разновидностей метода, которые в большей степени зависят от применяемого монтажного оборудования:

• *чистый метод поворота*, когда одну часть башни собирают на собственном фундаменте, а другую монтируют на земле и с помощью такелажного оборудования поворачивают и соединяют с уже смонтированной частью;

• *подъем с дотягиванием полиспастом* (рис. 16.2) применим в тех случаях, когда грузоподъемность и вылет стрелы крана не позволяют поднять и установить башню в проектное положение. С помощью самоходного крана конструкцию, закрепленную на фундаменте, поднимают до промежуточного положения. Далее включают в работу тяговые полиспасты — это один из са-



Р и с. 16.2. Схема подъема мачты поворотом с помощью монтажного крана:
I—III — положения мачты при подъеме; 1 — мачта; 2 — гусеничный кран; 3 — полиспаст; 4 — расчалка; 5 — лебедка; 6 — якорь для крепления пяты мачты

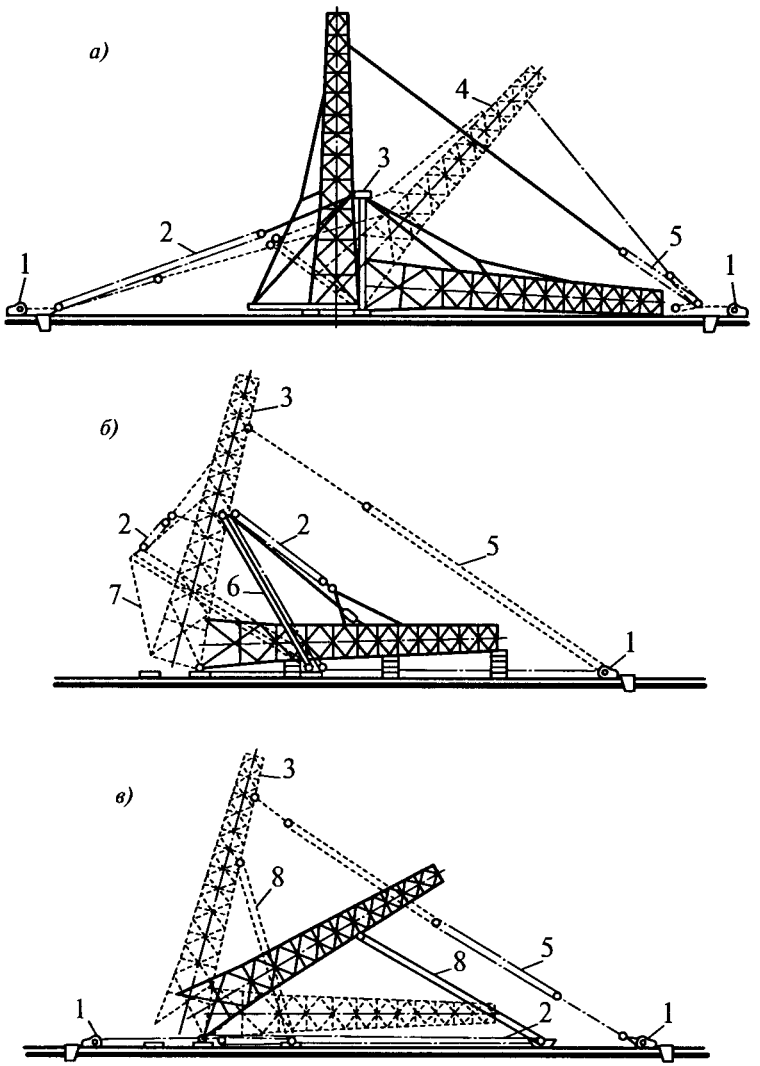
мых простых и удобных способов, требующий наличия самоходного крана и минимального такелажного оборудования. Он нашел самое широкое распространение при возведении опор ЛЭП, телебашен небольшой высоты, опор радиорелейной связи, наблюдательных вышек;

• *монтаж поворотом с помощью падающей стрелы* (рис. 16.3, *а*) также осуществляется с использованием специальной стойки, закрепленной на фундаменте или закрепляемой на земле, которая помогает осуществить поворот башни вокруг шарнира. Метод применяется относительно редко, для него требуется значительная территория для укрупнения башни, опускания стрелы, крепежа боковых расчалок и тормозного устройства. Громоздок и узел опирания падающей стрелы. Иногда применяется монтаж башен падающими шеврами, преимущественно при отсутствии боковых расчалок и якорей. Недостаток — значительная масса шевра, сложность его транспортирования на другой объект.

Предварительно полностью собранную на земле в горизонтальном положении башню поднимают в проектное положение с использованием специальной оснастки. Для монтажа методом поворота применяют оборудование, состоящее из тяговых полиспастов и «падающей стрелы», шевра или портала. Поскольку в процессе подъема конструкции возникают значительные сдвигающие горизонтальные усилия, фундаменты, анкерные устройства и закладные детали башни необходимо рассчитывать с учетом этих воздействий. К недостаткам метода относится необходимость большой свободной территории для укрупнения башни, расположения расчалок, подъемных и тормозных тяг.

Совершенствованием метода поворота вокруг шарнира является *безъякорный способ* (рис. 16.3, *б*). Его особенность заключается в том, что силы, действующие в элементах оснастки и в поднимаемой конструкции при монтаже, вызывают реакцию только в опорных шарнирах шевра (портала) и башни. Отсутствие мощных якорей и лебедок большой грузоподъемности упрощает монтаж и уменьшает трудозатраты.

При подъеме башенных сооружений из горизонтального положения в вертикальное *способом выжимания* (рис. 16.3, *в*) поворот осуществляют вокруг опорного шарнира с использованием такелажной системы с порталом, нижняя опорная часть которого перемещается вдоль оси поднимаемого сооружения к фундаменту, а верхняя выжимает башню. Этот способ применяют в условиях стесненных площадок, при невозможности использования кранов и необходимости снижения горизонтальных нагрузок на фундаменты.



Р и с. 16.3. Монтаж башни поворотом вокруг шарнира:

а — «падающей» стрелой; *б* — безъякорным способом; *в* — способом выжимания; 1 — электролебедки; 2 — тяговый полиспаст; 3 — «падающая» стрела; 4 — башня в процессе подъема; 5 — тормозной полиспаст; 6 — портал; 7 — тяги; 8 — мачта выжимания

Все рассмотренные варианты монтажа башен поворотом вокруг шарнира используют только для сооружений высотой до 90...120 м из-за значительных монтажных усилий, возникающих в момент отрыва конструкции от земли.

16.2.3. МОНТАЖ БАШЕН ПОДРАЩИВАНИЕМ

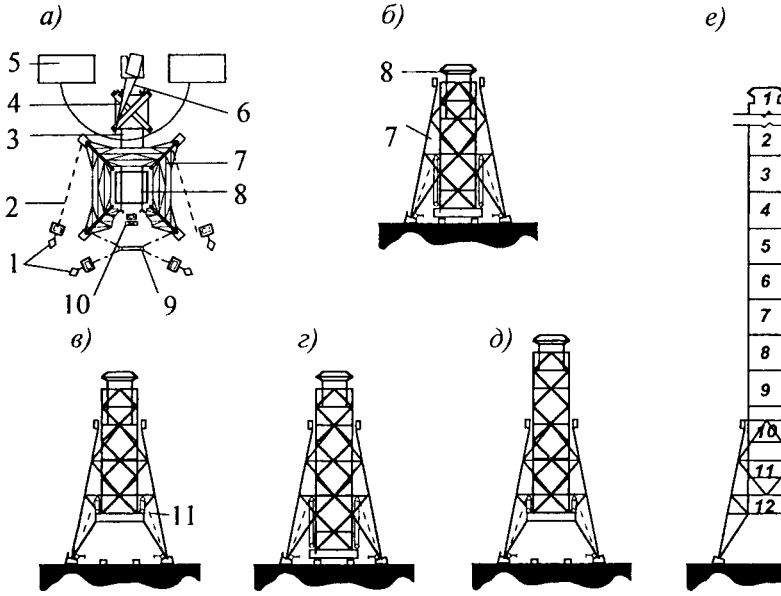
С увеличением высоты башен до 300...400 м появляются проблемы с монтажными механизмами, возрастают трудозатраты на транспортировку конструкций с земли к отметкам их установки, на доставку монтажников к рабочим местам, повышается влияние метеорологических факторов на ход работ.

Монтаж *методом подращивания* заключается в том, что на низких отметках уже частично возведенной башни начинают монтаж верхних ярусов, которые циклично выдвигают вверх и по мере их выдвижения снизу подращивают конструкции нижерасположенных ярусов.

При методе подращивания башню разделяют на два блока: нижний и верхний. Нижний блок возводят способом наращивания с помощью башенных или самоходных кранов. Высота нижнего блока определяется возможностями монтажных механизмов и решениями по защемлению верхнего блока при выдвижении. Нижний блок в результате становится частью монтажной оснастки, воспринимает монтажные воздействия при выдвижении верхнего блока, на нем закрепляют направляющие и другие монтажные приспособления.

Метод подращивания широко распространен в строительстве, так как обеспечивает значительное повышение производительности труда и сокращение продолжительности монтажных работ, особенно в условиях стесненной строительной площадки. Подращиванием называют метод монтажа высотных сооружений, при котором конструкции выше отметки, доступной для установки элементов монтажным краном, собирают внизу, начиная с верхней секции сооружения, и выдвигают вверх на высоту очередной секции. Верхний блок собирают частями внутри нижнего блока, выдвижение блока осуществляют с помощью грузовых полиспастов или гидроподъемников. После подъема очередной секции и соединения ее с ранее собранной частью сооружения на уровне земли собирают и готовят к подъему очередную секцию конструкции.

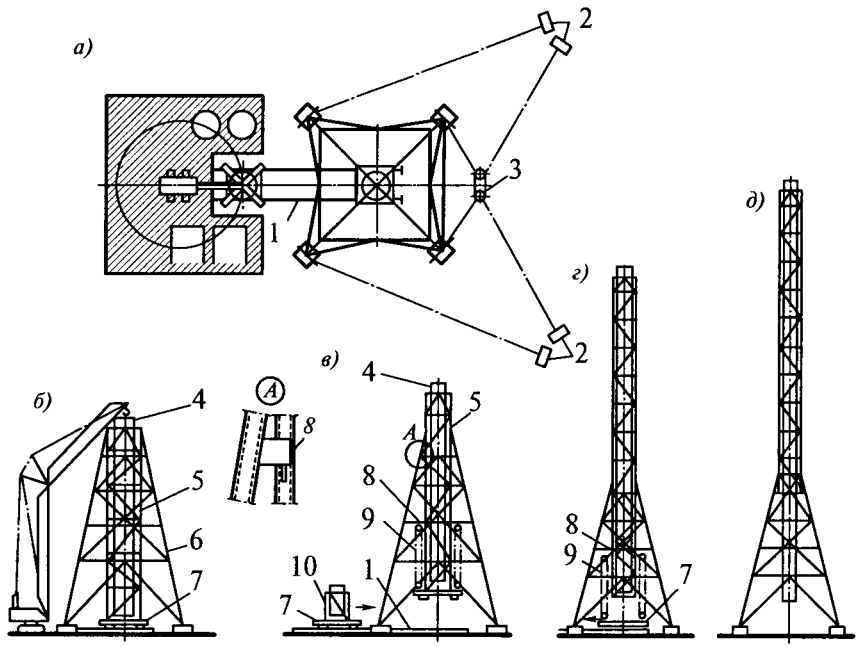
Последовательность монтажных работ при возведении башен подращиванием приведена на рис. 16.4. После монтажа нижней, пирамидальной части сооружения, на рельсовых пу-



Р и с. 16.4. Общая схема последовательности возведения башни методом подращивания пространственными блоками:

а — план; *б* — крановый монтаж; *в* — первая выдвижка блока; *г* — укрупнительная сборка; *д* — выдвижение укрупненных блоков с помощью тяговых полиспастов; *е* — очередность сборки и выдвижения блоков (показано цифрами *1...12*); 1 — электролебедка; 2 — канат полиспаста; 3 — рельсовые пути надвижки укрупненного блока; 4 — стенд сборки блоков; 5 — площадка складирования; 6 — кран; 7 — нижняя опорная часть башни; 8 — верхняя часть башни с зонтом; 9 — узел попарной блокировки полиспастов; 10 — электролебедка для перемещения стенда; 11 — тяговый полиспаст

тях, в непосредственной близости от возводимой башни собирают стенд, на котором осуществляют укрупнительную сборку блоков верхней, призматической части башни. Собранные на стенде блоки подают под основание башни с помощью полиспаста и электролебедки (рис. 16.5). Далее блок поднимают с помощью домкратов для совмещения с нижней частью ранее выдвинутых конструкций башни. После выверки и сварки монтажных стыков всю призматическую часть башни выдвигают по направляющим вверх на высоту нижнего блока (высота блоков 10...12 м). Последующие операции повторяют в аналогичном порядке, пока не будет полностью смонтирована и поднята на проектные отметки призматическая часть башни. Конструктивные схемы подращивания башен различных форм приведены на рис. 16.6 и 16.7.



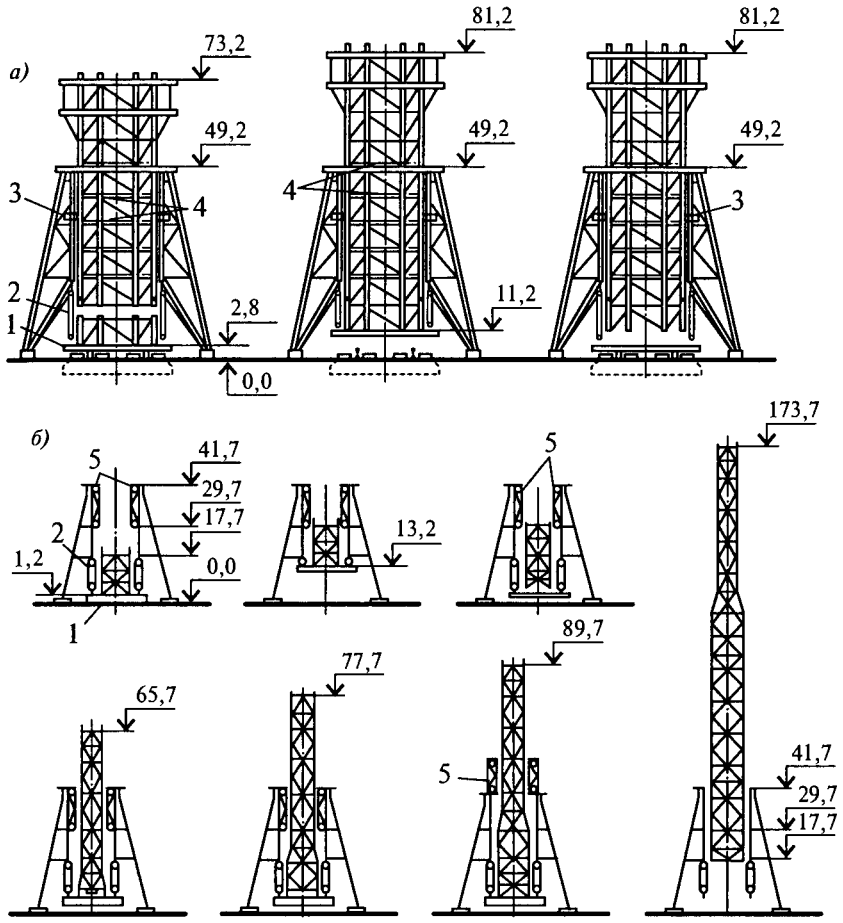
Р и с. 16.5. Последовательность сборки и выдвижения блоков башни при подращивании:

а — план; *б* — первоначальный этап; *в* — первая выдвижка; *г* — промежуточное положение; *д* — проектное положение; 1 — рельсовые пути; 2 — электролебедки; 3 — уравнительное звено; 4 — ствол башни; 5 — призматическая часть; 6 — пирамидальная часть башни; 7 — стенд; 8 — опорный столик; 9 — тяговые полиспасты; 10 — укрупненный блок

Способ имеет принципиальные отличия и преимущества:

- самые сложные и трудоемкие процессы сборки конструкций можно выполнять на низких отметках;
- постоянство рабочих мест дает возможность хорошо их оснастить, оборудовать и укрыть от непогоды;
- зависимость от метеорологических условий из-за отсутствия работ на значительных высотах минимальна;
- высока степень безопасности работ;
- качественный пооперационный контроль.

Для метода подращивания наиболее оптимальна форма сооружения, когда нижняя часть башни представляет собой мощную неподвижную пирамидальную конструкцию, способную служить направляющей для выдвижения сквозь нее подращиваемой, призматической конструкции ствола.

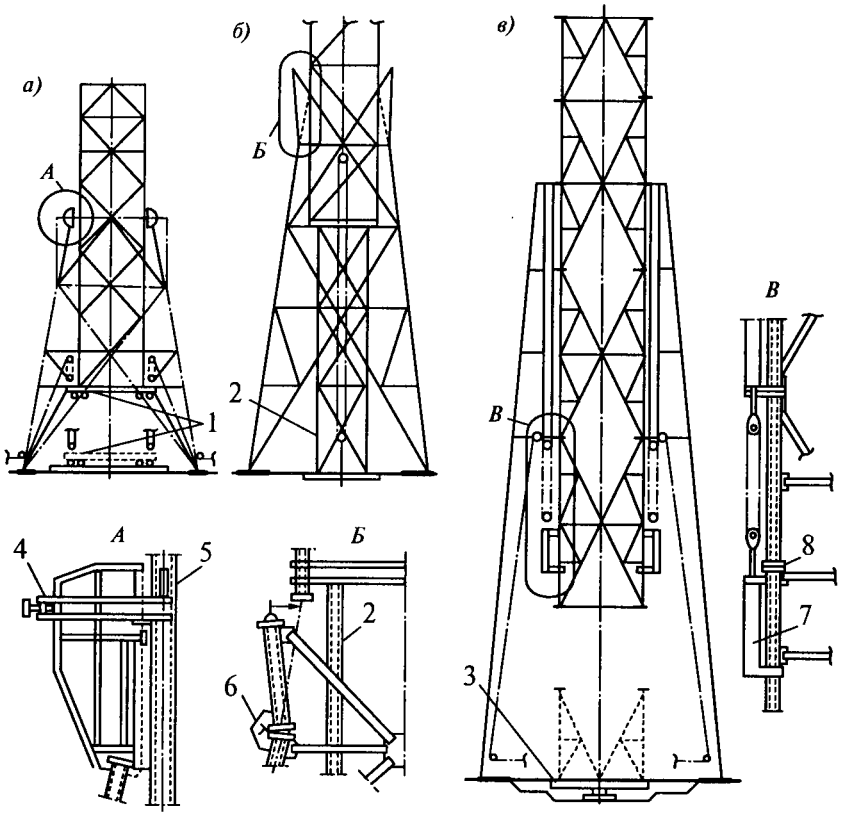


Р и с. 16.6. Монтаж башен подращиванием:

а — монтаж типового блока многогранной башни; *б* — последовательность монтажа выдвигаемой части с переломом сечения; 1 — стенд-кондуктор; 2 — тяговый полиспаст; 3 — опорное устройство (столик); 4 — стабилизирующая система; 5 — съемная ферма-вставка

Комбинированный способ применяют, когда для отдельных частей башни возможно использование разных методов монтажа. Например, наращивание нижней части башни, установка на верхних ее отметках поворотного шарнира с закрепленной верхней частью башни и ее поворот с установкой в проектное положение.

Монтаж телебашен высотой до 400 м самых разнообразных конструктивных решений, в том числе со смешанным (из же-



Р и с. 16.7. Схемы выдвижения верхних частей башен при подращивании:

а — с опиранием выдвигаемой части на опорные устройства; *б* — с инвентарным хвостовиком и разворотом поясов; *в* — с вертикальными захватами; 1 — стенд подъемно-тяговой системы; 2 — выдвижная опорная балка; 3 — опорный столик; 4 — хвостовик; 5 — шарнир; 6 — крестовина; 7 — вертикальный захват; 8 — фланцевое соединение

лезобетона и стали) несущим каркасом, осуществляют обычно комбинированным методом. При возведении нижних опорных частей из сборного или монолитного железобетона используют приставные или башенные краны, реже применяют подъем в проектное положение нижней опорной части, выполненной в металлоконструкциях, с помощью полиспастной оснастки большой грузоподъемности. При монтаже верхних частей башни (в которых размещаются лифтовые шахты и антенные устройства) используют самоподъемные краны или один из вариантов метода подращивания.

16.3. Монтаж радиомачт

Монтаж радиомачт осуществляют тремя основными способами:

- наращиванием с помощью самоподъемных кранов и вертолетов;
- методом поворота вокруг шарнира;
- методом подращивания.

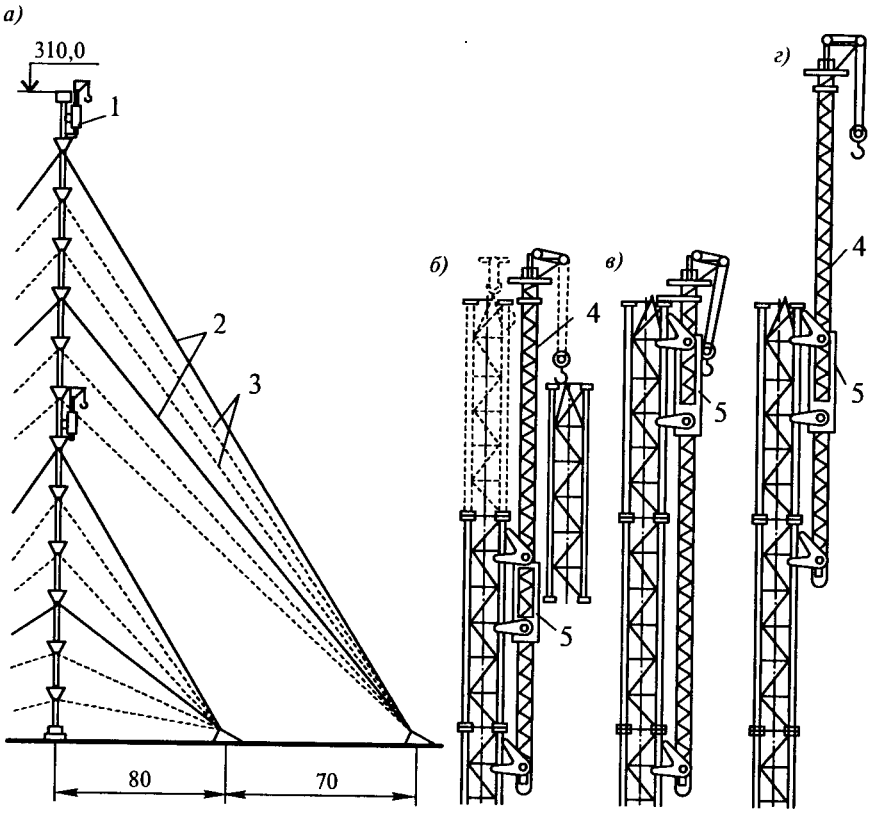
Работы по монтажу мачтовых сооружений начинают после выполнения подготовительных работ на площадке, включающих общую инженерную подготовку стройплощадки, сооружение якорей для закрепления монтажных лебедок, временных расчалок, устройства стенда для изготовления и испытания канатов оттяжек и временных расчалок. Временные расчалки необходимы для обеспечения устойчивости мачты в процессе ведения работ, устойчивость смонтированной радиомачты будет обеспечиваться несколькими ярусами оттяжек, натянутых с заданным усилием и закрепленных к якорям на земле.

16.3.1. МОНТАЖ МАЧТ НАРАЩИВАНИЕМ

Монтаж решетчатых мачт *наращиванием* осуществляют посекционно с помощью самоподъемных полноповоротных кранов, перемещаемых по одной из граней мачты (рис. 16.8). Монтаж самоподъемных кранов выполняют стреловым краном после монтажа опорной и нижних секций мачты. Установленные секции мачты временными расчалками крепят к временным якорям или к анкерным фундаментам мачты. Собранный на земле самоподъемный кран со всем такелажем поднимают и устанавливают на смонтированные секции мачты с последующим закреплением опорными устройствами крана за опорные столики, предварительно приваренные к секциям мачты.

Для перемещения самоподъемного крана по высоте используется обойма на стволе крана. Кран (рис. 16.9) состоит из решетчатого ствола, перемещающегося внутри обоймы и имеющего внизу опорные ригели для крепления к мачте. Обойма также снабжена опорными ригелями в верхнем и нижнем уровнях для крепления к мачте. При работе кран опирается на ригели ствола мачты и его дополнительно закрепляют к мачте в верхнем уровне обоймы во избежание опрокидывания.

По мере возведения мачты смонтированные конструкции выверяют с помощью двух теодолитов, установленных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через грань одного из поясов мачты. Каждый теодолит устанавлива-

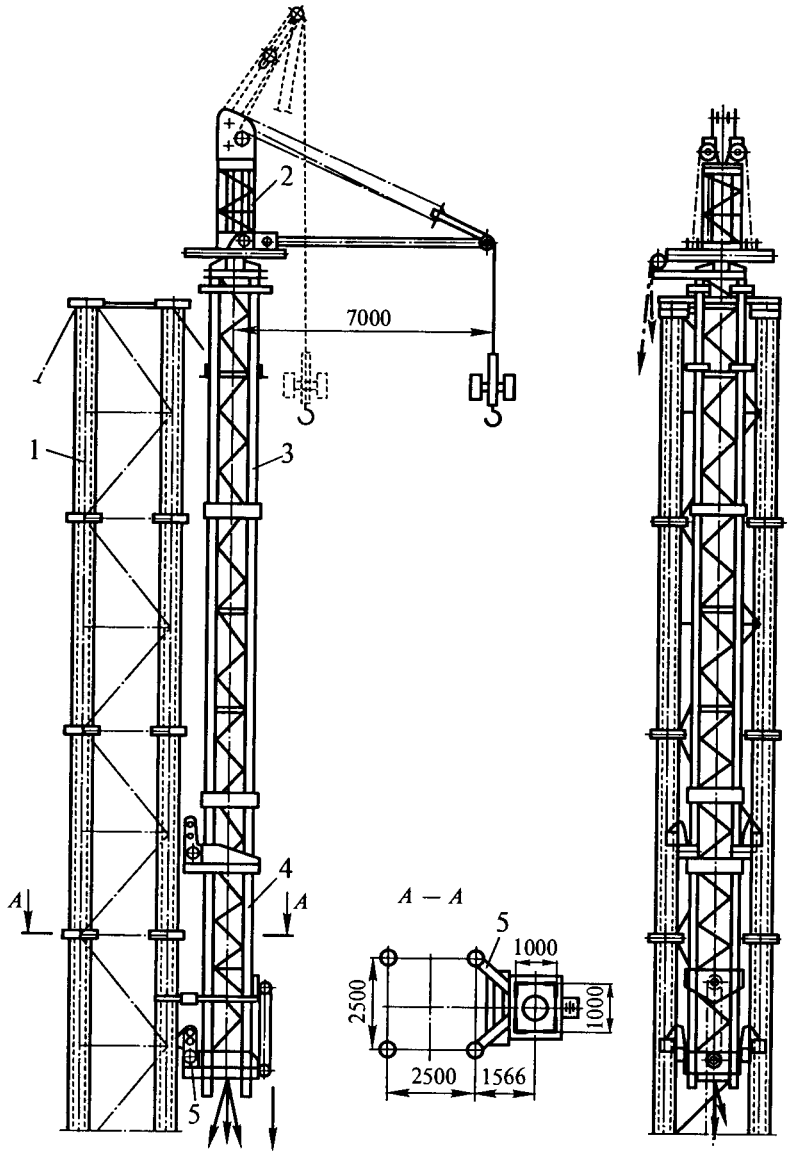


Р и с. 16.8. Схемы монтажа решетчатой мачты:

а — общий вид; *б* — установка секции мачты; *в* — подъем обоймы крана; *г* — подъем ствола крана; 1 — самоподъемный кран; 2 — постоянные оттяжки; 3 — временные расчалки; 4 — ствол крана; 5 — обойма крана

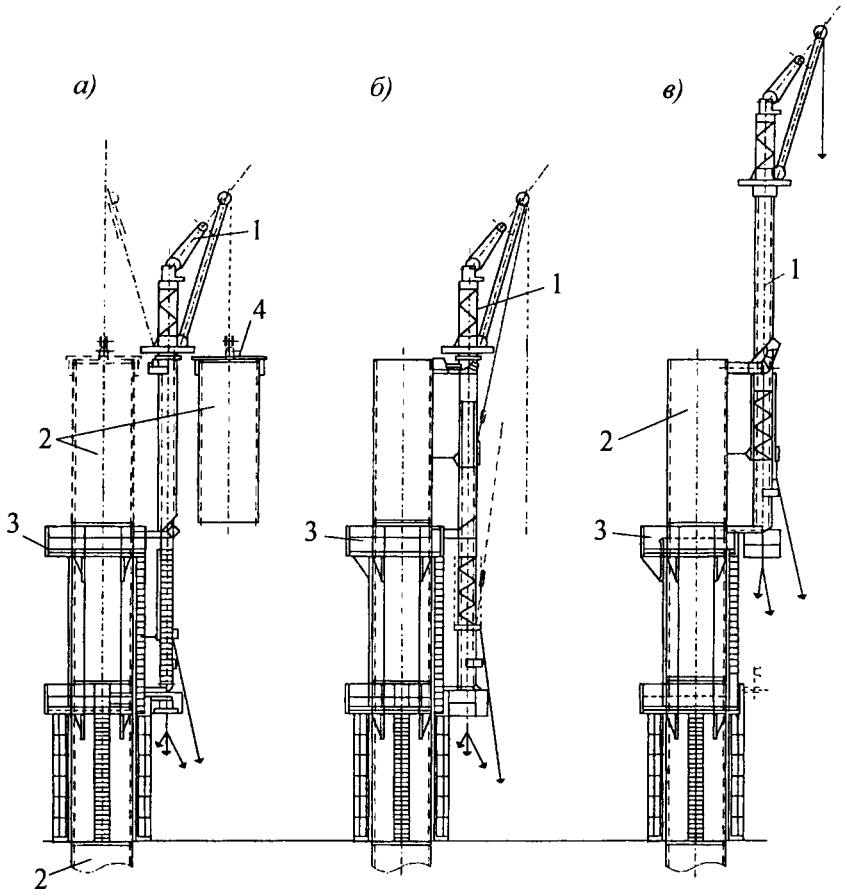
ют так, чтобы угол подъема его трубы не превышал 45°. Выверку мачты по вертикали осуществляют натяжением оттяжек.

Методы и последовательность монтажа листовых и трубчатых конструкций аналогичны. Отличие заключается в том, что устанавливают и закрепляют секции мачт листовой конструкции с внутренних площадок и со специальных наружных кольцевых подмостей, которые переставляют краном по мере возведения башни и подвешивают к скобам, приваренным на верху смонтированной секции (рис. 16.10). При изготовлении секций мачты на заводе к их концам приваривают установленные точно по кондуктору уголковые фиксаторы, которые фиксируют положение секции и зазор в сварном шве при установке, а также опоры для крана и скобы для строповки секций и подвески



Р и с. 16.9. Самоподъемный кран СПК-15:

1 — мачта; 2 — поворотная часть; 3 — ствол; 4 — обойма; 5 — опорный ригель



Р и с. 16.10. Монтаж трубчатой мачты наращиванием с помощью самоподъемного крана:

а — монтаж секции башни; *б* — перестановка обоймы крана; *в* — перестановка ствола крана; 1 — самоподъемный кран; 2 — секция башни; 3 — кольцевые подмости; 4 — траверса

подмостей. Поднятую краном секцию соединяют с ранее смонтированной фиксаторами на болтах, которые также обеспечивают устойчивость конструкции до полной сварки всех стыков.

16.3.2. МОНТАЖ МАЧТ ПОВОРОТОМ И ПОДРАЩИВАНИЕМ

Подъем предварительно собранных на земле мачт в проектное положение осуществляют несколькими способами в зависимости от типа подъемного оборудования и усилий, возникающих в процессе монтажа.

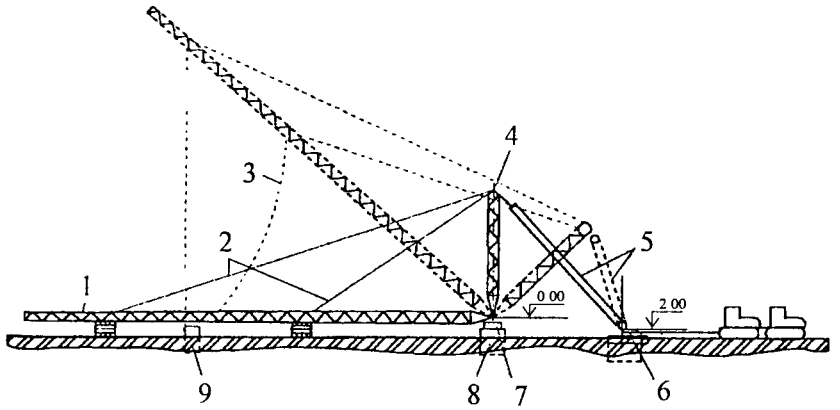
Подъем *поворотом вокруг шарнира* (рис. 16.11) осуществляют чаще всего с применением тяговых полиспастов и падающей стрелы или шевра. Высоту падающей стрелы принимают в пределах 1/3 высоты поднимаемой конструкции. При увеличении высоты падающей стрелы уменьшается необходимое для подъема усилие в тягах и тяговом полиспасте.

Основным монтажным оборудованием при монтаже мачт *подращиванием* является портал, оснащенный тяговыми полиспастами, приводимыми в действие электролебедками. Перед подъемом мачта полностью укомплектовывается технологическим оборудованием. При монтаже она опирается на подъемную раму портала с балансиром по направляющим. Для удержания мачты в вертикальном положении в процессе выдвижения используют временные и постоянные оттяжки.

Монтаж мачт поворотом вокруг шарнира и подращиванием имеет ограниченное применение.

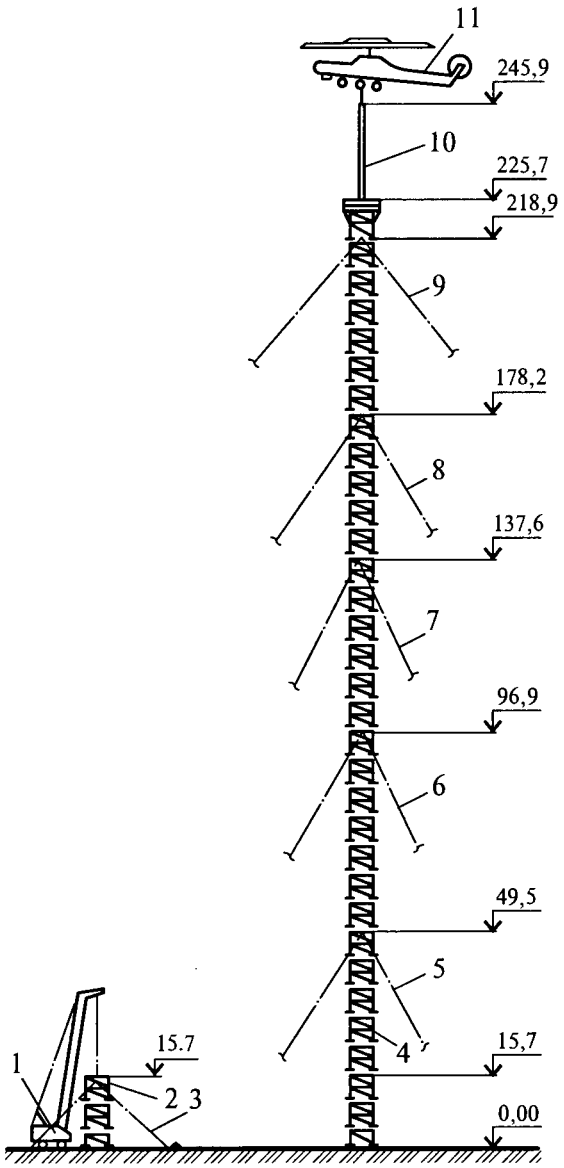
При монтаже башенных и мачтовых сооружений *с помощью вертолета* применяют методы наращивания и поворота вокруг шарнира.

Монтаж башен вертолетами *методом наращивания* (рис. 16.12) осуществляют блоками в соответствии с грузоподъемностью машины. Каждый блок оснащают ловителями и монтажными фиксирующими приспособлениями, обеспечивающими дистанционную наводку блока и установку его в проектное положение.



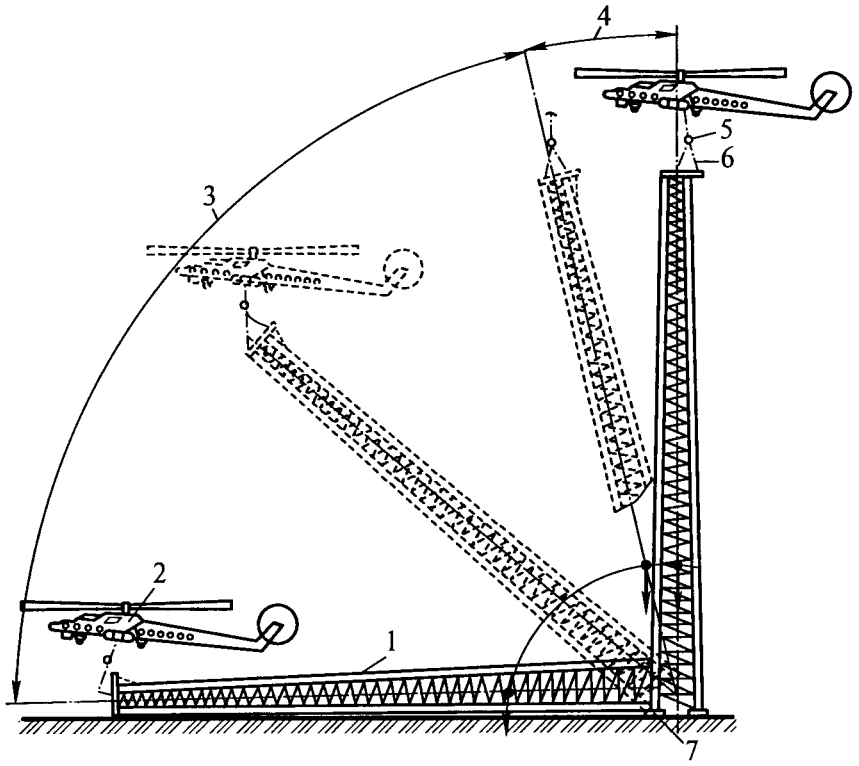
Р и с. 16.11. Монтаж мачты методом поворота вокруг шарнира:

1 — мачта; 2 — подъемные тяги; 3 — оттяжки; 4 — монтажная стрела; 5 — подъемный полиспаст; 6 — якорь; 7 — шарнир (временная опора); 8 — фундамент мачты; 9 — временная опора анкера



Р и с. 16.12. Монтаж мачты наращиванием с помощью вертолета:

1 — кран; 2 — типовая секция; 3 — расчалка; 4 — типовая секция, смонтированная вертолетом; 5—9 — оттяжки; 10 — устанавливаемая антенна; 11 — вертолет



Р и с. 16.13. Монтаж башни поворотом вокруг шарнира:

1 — монтируемая башня; 2 — вертолет; 3 — траектория подъема; 4 — последний этап поворота; 5 — балансирная траверса; 6 — подъемно-тормозная система; 7 — шарнир поворота

Для работ используют специальные траверсы, тросы с дистанционной системой расстроповки и специальные устройства, снижающие амплитуду раскачивания от ветровой нагрузки и работы винтов вертолета. Наводку блока осуществляют из кабины вертолета, система ловителей и направляющих устройств обеспечивает его устойчивость после расстроповки. Окончательную установку блока в проектное положение и его крепление осуществляют монтажники. После опускания блока они поднимаются по наружной лестнице на ранее закрепленные подмости и выполняют работы по проектному закреплению и заделке стыков внутренней и наружной сваркой и путем установки болтовых соединений.

Монтажный цикл при методе наращивания включает:

• строповку готового к монтажу блока, отрыв от земли и подъем на высоту 2,5...3 м;

• медленный подъем блока в промежуточное по высоте положение для успокоения груза с последующим транспортированием его в зону монтажа;

• выход вертолета на монтажную вертикаль с расстоянием между нижней кромкой блока и верхом монтажного стыка 1,5...2 м;

• монтажное зависание, установка блока в проектное положение;

• расстроповка груза и подъем вертолета для уменьшения ветрового давления на смонтированную, но еще не закрепленную конструкцию. Весь монтажный цикл не должен превышать 15...20 мин летного времени.

Монтаж *поворотом вокруг шарнира* полностью готовых опор радиорелейных линий с помощью вертолетов (рис. 16.13) был успешно осуществлен в труднодоступных районах страны. Но метод имеет ограниченное применение в основном из-за ограниченной грузоподъемности вертолетов. Наибольший эффект от применения вертолетов может быть достигнут при монтаже заранее собранных на земле конструктивных элементов на нескольких объектах, расположенных недалеко друг от друга. Это позволит значительно снизить стоимость аренды вертолета и сократить расходы по перелету машины на объект и обратно на базу.

Глава 17

ВИСЯЧИЕ ВАНТОВЫЕ ПОКРЫТИЯ

17.1. Виды вантовых покрытий

В сооружениях, где надо перекрывать без промежуточных опор большие площади, весьма эффективны висячие покрытия. Такие покрытия могут применяться для производственных и гражданских зданий разнообразного назначения и различного сечения в плане (прямоугольное, круглое и овальное). Крытые стадионы, цирки, рынки, выставочные залы часто имеют такую конструкцию покрытия, так как висячие покрытия выгодны по расходу материалов на единицу перекрываемой площади и отличаются невысокой трудоемкостью при возведении.

Висячие покрытия выполняют в виде преднапряженных оболочек из сборно-монолитного железобетона, вант, вантовых ферм и стальных мембран.

Висячей оболочкой называют монолитное или сборное с последующим замоноличиванием железобетонное покрытие, опертое на систему висячих вант. В период возведения такой оболочки рабочими элементами ее пролетной конструкции служат стальные канаты. После замоноличивания в эксплуатационной стадии оболочка работает совместно с вантами.

Вантовая система и висячая оболочка опираются на *опорный контур*, воспринимающий на себя горизонтальные и вертикальные реакции пролетной конструкции. Опорный контур висячего покрытия может быть *замкнутым*. Висячие растянутые элементы в этом случае крепят к жестким опорным конструкциям, которые могут быть выполнены в виде опорного замкнутого контура (кольцо, овал, прямоугольник), передающего усилия через колонны или через контурные наклонные рамы или арки на фундаменты. Распор (горизонтальные реакции) пролетной конструкции погашается внутри опорного контура и на нижележащую часть сооружения передаются только вертикальные нагрузки.

Если опорный контур *не замкнут*, то усилия распора передаются через подкосы, контрфорсы, оттяжки с анкерами и т. д. на фундаменты. Эти элементы испытывают значительные усилия от распора вант и требуют соответственно большего расхода материалов. Системы с замкнутым контуром поэтому являются более экономичными.

17.1.1. ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ В ПЛАНЕ СИСТЕМЫ

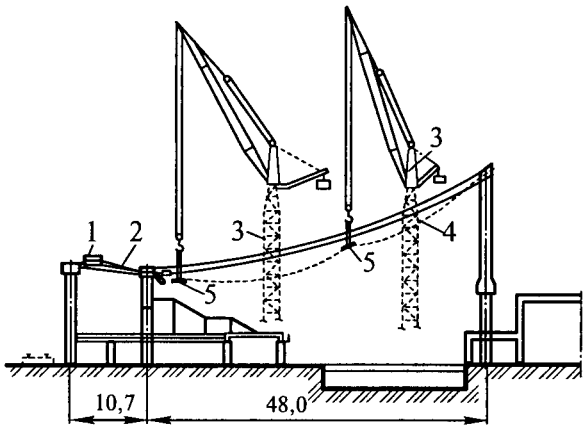
В таких зданиях применяют системы из параллельных вант или вантовых ферм; поверхность оболочки имеет цилиндрическую форму. Ванты или фермы опираются на продольные балки, которые передают усилия на опорные рамы с анкерами или на контрфорсы. Огромные растягивающие усилия для прямоугольных зданий обычно воспринимаются дополнительными выносными анкерными опорами. Для исключения взаимного смещения, обеспечения пространственной жесткости в прямоугольном здании обычно применяют систему взаимно перпендикулярных вант, шарнирно соединенных в узлах. В качестве контрфорсов целесообразно использовать смонтированные в здании конструкции, как, например, поперечные стены боковых пристроек.

Предварительно напряженные железобетонные висячие оболочки сооружают в следующей последовательности: выполняют замкнутый опорный контур, к нему крепят ортогональную сетку из стальных канатов, по которым затем укладывают железобетонные плиты. Для исключения появления растягивающих напряжений в оболочке осуществляют дополнительное натяжение канатов с усилием, которое должно превышать на 25% суммарную нагрузку от собственной массы покрытия и полезной нагрузки. После замоноличивания швов между плитами и набора бетоном необходимой прочности оболочка начинает работать как пространственная система.

Технологическую последовательность возведения предварительно напряженной вантовой оболочки рассмотрим на примере сооружения с пролетом 48 м. Висячие ванты образуют поверхность двоякой кривизны. Ванты закрепляют к опорному контуру и по ним укладывают сборные железобетонные плиты размером 2,4 × 2,4 м, швы между плитами замоноличивают. Вантовая система из спаренных канатов диаметром 52,5 мм образована пересекающимися под прямым углом канатами, соединенными в местах пересечения металлическими накладками на болтах. Для крепления к опорному контуру и возможности натяжения на концах канатов устанавливают гильзо-клиновые зажимы.

Доставленные на объект ванты объединяют попарно, к ним прикрепляют вертикальные подвески. Поднимают ванты при синхронной работе двух кранов с применением траверс специальной конструкции (рис. 17.1). Концевые участки объединенных вант с гильзо-клиновыми зажимами заводят в отверстия железобетонного контура и после монтажа всех вант осуществляют их натяжение ступенями, в определенной последовательности, исключающей перегрузку контура. После натяжения и геодезической выверки канаты соединяют в местах пересечения и осуществляют натяжение вертикальных подвесок. Только после этого в квадратные ячейки, образованные вантами, монтируют железобетонные плиты, имеющие по два опорных элемента на каждой стороне. Для соединения канатов в узлах и укладки железобетонных плит для рабочих используют передвижные мостики и автовышки.

В швы между плитами укладывают арматуру. Перед замоноличиванием швов ванты вновь натягивают гидравлическими домкратами, чем создают требуемое предварительное натяжение вантовой системы. После достижения бетоном проектной прочности вертикальные подвески снимают. Смонтированная



Р и с. 17.1. Схема подъема несущих канатов:
1 — электролебедка; 2 — оттяжки; 3 — башенный кран; 4 — рабочий канат; 5 — траверса

система включается в самостоятельную работу, приходит время устраивать кровельное покрытие.

Системы могут быть однопролетными или многопролетными. Последние более экономичны, так как опорные конструкции располагаются только по внешним опорным осям системы и их влияние на общий расход материалов системы уменьшается.

Промежуточные стойки целесообразно проектировать с шарнирным закреплением в фундаментах, качающимися, чтобы при неравномерной нагрузке в пролетах на стойку не передавались горизонтальные усилия.

17.1.2. СИСТЕМЫ ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ИЛИ ОВАЛЬНЫЕ

Для них обычно применяют системы перекрестных вант или вантовых ферм. Они могут быть разнообразны по очертанию и кривизне поверхности и по конструкции опорных элементов.

После укладки и закрепления сверху вант или вантовых ферм элементов покрытия образуется единая висячая монолитная конструкция, работающая как единое целое только после проектного натяжения вантовой сети и замоноличивания швов между плитами и вантами.

Висячая оболочка подвергается значительному растяжению, поэтому в ней могут возникнуть трещины. Для уменьшения деформаций покрытия и во избежание появления трещин

оболочку обычно предварительно напрягают следующими способами:

• натяжением домкратами на затвердевший бетон оболочки; в этом случае ванты располагают в каналах или гибких трубках и после натяжения каналы заполняют раствором под давлением;

• натяжением пригрузкой с передачей усилий на опорную конструкцию; груз укладывают на незамоноличенные плиты или подвешивают к покрытию снизу. Оболочка сжимается после достижения бетоном замоноличивания необходимой прочности.

Для оболочек и опорных конструкций используют бетон класса В15...В35, для плиты оболочки — не ниже В25. Для вант применяют арматурные стержни периодического профиля, упрочненные вытяжкой, арматурные пучки и пряди из высокопрочной проволоки, стальные канаты.

17.1.3. КРУГЛЫЕ В ПЛАНЕ СИСТЕМЫ

Для них используют радиально расположенные в плане ванты или вантовые фермы. При равномерной, осесимметричной нагрузке на покрытие они не вызывают изгиба в сжатом наружном кольце и оказываются весьма эффективными по своим технико-экономическим показателям благодаря полному использованию специфики материалов — растянутые ванты и сжатое опорное кольцо. В круглых в плане зданиях идет взаимное погашение усилий в наружном опорном кольце, которое и рассчитано на сжимающие усилия. Для тех же целей в круглых зданиях применяют вантовые фермы, состоящие из несущих и стабилизирующих вант, соединенных в пространственную систему стойками с шарнирными узлами примыкания.

Круглые системы можно проектировать однопролетными или многопролетными в виде двух и более концентрических окружностей в плане. Промежуточные опорные кольца работают на разность усилий, передаваемых вантами смежных кольцевых пролетов.

17.2. Возведение покрытий с вантами

Гараж в Петербурге выполнен круглым в плане, наружный диаметр 102 м, несущая конструкция состоит из 108 вант диаметром 40 мм, внутреннее стальное кольцо диаметром 9 м опирается на стальную колонну диаметром 1,5 м; наружное кольцо — из сборного железобетона.

Муниципальное здание в г. Утика (США) в плане круглое диаметром 73 м. Покрытие образовано 72 радиально расположенными вантовыми фермами со сжатыми стойками. Центральный барабан представляет собой два плоских стальных кольца диаметром 6 м со стойками между ними. Для монтажа покрытия был применен раздельный метод работ, при котором первоначально на установленную центральную монтажную башню монтировали нижнее металлическое кольцо и осуществляли навеску нижних тросов. Затем на нижнем кольце монтировали верхнее кольцо и навешивали верхние тросы. Далее с помощью раздвижки внутренних колец домкратами создавалось частичное натяжение системы. После этого на проектных отметках установили 504 распорки между верхними и нижними тросами и окончательное натяжение системы осуществляли домкратами со стороны наружного опорного кольца.

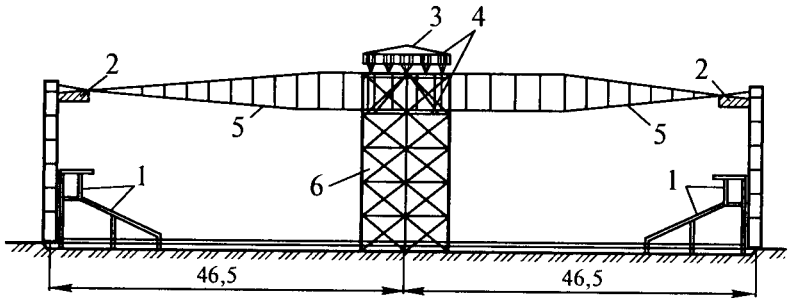
В качестве примера уменьшения внутренних напряжений можно привести построенный в Калининграде Дворец спорта, выполненный прямоугольным в плане. В нем сжимающие усилия в вантах воспринимают два ряда трибун, поэтому продольные ванты оказались не нужны. Покрытие было выполнено в виде жесткой опрокинутой арки. В вантовой ферме несущим принят нижний канат, а верхний — стабилизирующим, на нем закреплены металлические прогоны-связи, по которым уложен и зафиксирован настил из легких асбестоцементных листов покрытия.

17.3. Возведение здания с вантовыми фермами

17.3.1. СПЕЦИФИКА ВОЗВОДИМОГО ЗДАНИЯ

Дворец спорта «Юбилейный» в Санкт-Петербурге выполнен круглым в плане, диаметр составляет 93 м, высота здания 20 м. Здание вмещает демонстрационную арену с искусственным ледяным полем, трибуны на 11 тыс. человек, ряд обслуживающих и вспомогательных помещений. Каркас здания, включающий колонны, покрытие и связи, представляет собой сложное инженерное сооружение. В качестве покрытия арены применена вантовая система в виде 48 радиальных тросовых ферм, которые предварительно напряжены в процессе монтажа (рис. 17.2).

Фундаменты здания как для наружных стен, так и для подтрибунных помещений монолитные на свайном основании. Наружные колонны здания стальные в виде двутавра, обетонированные. Верхняя часть колонн работает как консоль. Внизу



Р и с. 17.2. Конструктивная схема здания спортивного комплекса:

1 — железобетонные сборные трибуны; 2 — железобетонное опорное кольцо; 3 — фонарная надстройка; 4 — верхнее и нижнее растянутые кольца вантовой системы; 5 — смонтированные фермы; 6 — временная монтажная опора

колонны жестко заделаны в фундаменты, объединенные нижним железобетонным поясом.

Наружное опорное кольцо — прямоугольные железобетонные элементы длиной 6 м, они воспринимают распор вантовых ферм, усилия этого распора передаются через колонны на фундаменты.

Несущая конструкция покрытия представляет собой новый вид вантовой системы. В целях снижения строительной высоты здания опоры тросов (несущего и стабилизирующего) по наружному периметру здания впервые в практике смещены относительно друг друга по вертикали. Суммарный распор тросов, возникающий в них от предварительного натяжения, собственной массы и от внешней эксплуатационной нагрузки, воспринимается одним железобетонным кольцом, расположенным ниже уровня крепления стабилизирующего троса. Это железобетонное кольцо через обетонируемые консоли крепится на 48 колоннах, расположенных по окружности диаметром 93 м. Конструкция здания решена без внутренней стойки-опоры.

В центре здания распор тросов воспринимается двумя металлическими кольцами диаметром 12 м, соединенными между собой шарнирно закрепленными сжатыми стойками. От этих распорных усилий в наружном железобетонном кольце возникают напряжения сжатия, а во внутренних кольцах — растяжения. В местах пересечения тросов образуется кольцевая ендова, на которой размещены воронки внутреннего водостока.

Плиты покрытия — стальные, сваренные из плоских листов толщиной 3 мм и гнутых стальных профилей; поверхностная плотность плит — 50 кг/м^2. Кровля включает слой фенольного

пенопласта толщиной 35 мм, приклеиваемого к стальным панелям покрытия, выравнивающей стяжки из холодной битумной мастики и рулонного ковра из двух слоев стеклосетки и слоя гидроизола. Внутренние водостоки — 12 воронок, расположенных по круговой ендове.

Ванта в опорном контуре закреплена с помощью анкера — гильзы, в которой обжимаются концы каждого каната. При вантовых фермах наружные концы канатов закрепляли в стальных колоннах, а внутренние в центральных цилиндрических кольцах, соединенных между собой стойками. Кольца, на первой стадии работ, а именно, монтажа полуферм, были сближены, что позволило завести концы вант в опоры, а перед натяжением кольца были раздвинуты, что привело к распрямлению полуферм, их предварительному натяжению.

Стальные панели покрытия имеют трапециевидную форму и опираются на специальные столики, шарнирно закрепленные на стойках ферм. Несущие нижние тросы ферм — из каната диаметром 65 мм, диаметр каната верхних, стабилизирующих тросов 42,5 мм. Тросы (канаты) с помощью анкерных муфт прикреплены к колоннам и внутренним опорным кольцам.

Стойки вантовых ферм служат для восприятия контактных усилий между тросами, благодаря которым создается предварительное натяжение всей системы, а также для передачи на нижние тросы массы кровли, снега и других внешних нагрузок. Стойки ферм из металлических труб по концам имеют вилообразные оголовки для крепления на вантах. Сверху на стойках расположены опорные столики для кровельных панелей.

17.3.2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА КОНСТРУКЦИЙ

Монтаж висячих покрытий состоит из следующих операций:

- монтаж колонн;
- монтаж наружного опорного кольца;
- установка средней стойки с 12 домкратами;
- установка центральных опорных колец;
- изготовление вант;
- монтаж вантовых полуферм;
- первоначальное натяжение полуферм;
- монтаж панелей покрытия с заделкой стыков;
- рабочее натяжение вантовой системы;
- окончательное замоноличивание плит покрытия.

При установке колонн наружного диаметра высотой 22 м был принят безвыверочный метод монтажа. Первоначально в

бетонном фундаменте устанавливали и фиксировали анкерные установочные болты, на них монтировали стальную опорную плиту башмака колонн, положение которой строго выверяли по уровню и фиксировали гайками установочных болтов. После этого плиту подливали цементным раствором под установленный уровень. 48 металлических колонн с фрезерованными торцами монтировали по рискам осей и после закрепления обетонировали на всю высоту. В качестве опалубки-облицовки использовали офактуренные железобетонные плиты.

После монтажа колонн возводили наружное опорное железобетонное кольцо на отметке 18,3 м. Сборное железобетонное кольцо диаметром 93 м опирается на консоли всех металлических колонн. Арматуру стыков элементов кольца сваривали ванной сваркой, после чего стыки замоноличивали.

Кольцо монтировали из отдельных железобетонных элементов длиной 6 м и сечением 2,80 × 0,62 м. Масса элемента около 20 т. Для их подъема использовался башенный кран БК-300. Элементы кольца устанавливали и закрепляли на стальных консолях колонн.

Далее был осуществлен крановый монтаж специально изготовленной центральной монтажной башни высотой 24 м со стальной решетчатой конструкцией. На этой башне были смонтированы два центральных опорных металлических кольца диаметром 12 м. Для освобождения опор башни после монтажа покрытия на ней было установлено 12 домкратов под каждое кольцо. На центральной опоре была устроена площадка между кольцами, на которой были сосредоточены все устройства и оборудование для натяжения вантовой системы.

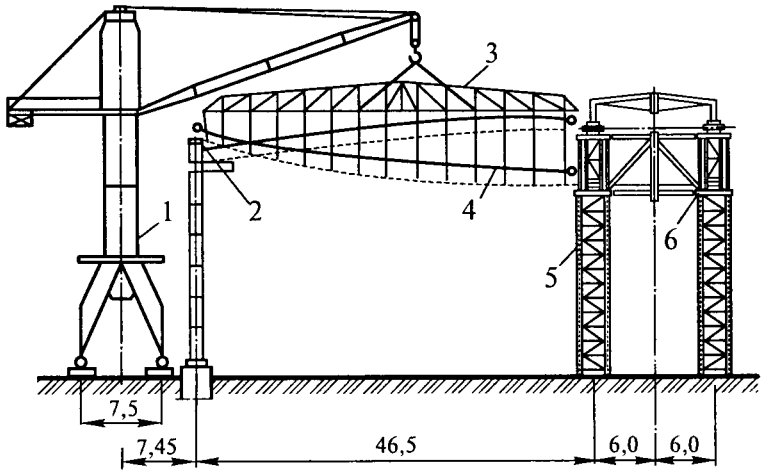
При возведении вантового покрытия был применен способ сборки полуферм на нулевой отметке. Полуфермы изготавливали на сборочной площадке и монтировали целиком башенным краном.

Стойки в конструкции полуфермы устанавливали с таким расчетом, чтобы после предварительного натяжения системы они заняли строго вертикальное положение. Собранную таким образом полуферму при помощи специальной траверсы краном устанавливали в проектное положение. При этом вначале закрепляли на внешнем контуре с помощью цилиндрического шарнира стабилизирующий трос, а затем — несущий. Анкерный стакан несущего троса вместе с заблаговременно надетыми сферическими шайбами заводили сверху в специальное гнездо вверху колонны. В нижнем опорном кольце на центральной монтажной башне закрепляли противоположный конец несущего троса и последним закрепляли второй конец стабилизирующего троса. Этот трос со стороны внутреннего кольца имел удлинитель — стальной стержень с нарезкой, что позволяло первоначально закрепить трос на кольце гайкой через сферические шайбы. Так свободно были навешены все полуфермы покрытия.

Монтаж полуферм покрытия (рис. 17.3) вели башенным краном, для которого вокруг здания были уложены кольцевые пути. Была использована специальная трубчатая траверса длиной 40 м с возможностью автоматического расстропливания.

В целях уменьшения изгибающих моментов в наружном опорном кольце при предварительном натяжении и обжатии всей системы со стороны внутреннего кольца с помощью ручной лебедки и динамометра грузоподъемностью 5 т были натянуты попарно все стабилизирующие тросы на усилие в 2 т. Указанное состояние системы было принято за «условный нуль», после чего в 12 этапов было осуществлено натяжение всех тросов.

Полуфермы устанавливали в последовательности, обеспечивающей устойчивость сооружения, т. е. сначала монтировали две полуфермы в одном сечении, затем две другие — во взаимно перпендикулярном, все последующие — по биссектрисам образовавшихся углов. Практически при установке полуферм и их натяжении рабочие одновременно работают с четырьмя элементами, расположенными друг к другу под углом 90°.



Р и с. 17.3. Схема монтажа вантовой фермы:

1 — башенный кран; 2 — наружное сборное железобетонное кольцо; 3 — траверса; 4 — вантовая ферма; 5 — временная опора; 6 — центральное кольцо

После установки и закрепления всех полуферм натягивали рабочие и стабилизационные канаты на первоначальное усилие. Одновременно натягивали четыре полуфермы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

После предварительного натяжения тросов ферм центральные стальные кольца вантовой системы при помощи домкратов были раскружалены, а временная опорная башня демонтирована.

Последующей работой был монтаж кровельного настила. Покрытие было разбито на четыре равных сектора, в которых одновременно осуществляли монтаж покрытия с укладкой элементов в радиальном направлении. Плиты покрытия укладывают на канаты от нижней отметки к верхней при равномерном загружении вантовой системы и соединяют между собой, в швы укладывают арматуру.

До замоноличивания швов кровельного настила осуществляют рабочее натяжение вант гидравлическими домкратами. Натяжение вант осуществляют только с одной стороны, обычно со стороны наружного опорного кольца.

Преимущества метода:

- применение вантовых ферм с пересекающимися тросами (несущим и стабилизирующим) уменьшает строительный объем здания;
- конструктивное решение позволяет выполнять большинство работ по сборке вантовых ферм на нулевых отметках, что значительно снижает трудоемкость работ;
- конструктивное решение фермы и траверсы позволяет упростить монтаж, закрепление тросов на опорах сводится к элементарным операциям.

Глава 18

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С КИРПИЧНЫМИ СТЕНАМИ

18.1. Общие положения

В качестве стенового ограждения широко применяют природные и искусственные камни. Это обусловлено большими запасами сырья и рядом положительных эксплуатационных свойств каменных конструкций: долговечностью, прочностными характеристиками, стойкостью против атмосферных воздействий и огня, возможностью возводить здания и сооружения практически любой конфигурации.

Кирпичные стены обеспечивают высокую степень герметизации, теплозащиты и звукоизоляции помещений. Кирпич позволяет оживить общий вид городских массивов с точки зрения архитектурной выразительности. Кроме этого кирпичные дома самые теплые, а летом — наиболее комфортные. Кирпич используют для возведения наружных и внутренних несущих стен и перегородок, лифтовых шахт, колонн, стен лестничных клеток и т. д.

Наружные кирпичные стены в многоэтажных каркасных зданиях могут быть *несущими* — воспринимающими горизонтальные усилия от плит перекрытий; *самонесущими (ограждающими)* — прикрепленными к стальному или железобетонному каркасу и несущими нагрузку только от собственной массы и *навесными* — опирающимися на обвязочные балки или пояса над полосой ленточного остекления. В навесных стенах кирпичная кладка приобретает чисто архитектурное назначение с целью создания оригинальности и выразительности фасада.

Конструктивные особенности кирпичных стен. Прочность кладки зависит от качества выполнения каменных работ, конструктивных особенностей возводимых каменных конструкций, условий их эксплуатации и свойств кирпича и раствора.

Кирпич и камни керамические выпускают полнотелыми (сплошными) и пустотелыми пластического и полусухого прессования. В зависимости от размеров в миллиметрах изделия подразделяют на кирпич (250 × 120 × 65), кирпич утолщенный (250 × 120 × 88), кирпич модульных размеров (288 × 138 × 63), камень (250 × 120 × 138), камень модульных размеров (288 × × 138 × 138), камень укрупненный (250 × 250 × 138) и камни с горизонтальным расположением пустот (250 × 250 × 120) и (250 × 200 × 80). Кирпич выпускают полнотелым и пустотелым, а камни только пустотелыми.

Кирпич и камни керамические лицевые предназначены для кладки и одновременно облицовки стен зданий, лицевая поверхность может быть гладкой, рельефной и офактуренной. Лицевыми должны быть тычковая и ложковая поверхности изделий. Кирпичи и камни керамические подразделяют на семь марок по прочности, кг/см^2: 300, 250, 200, 150, 125, 100 и 75.

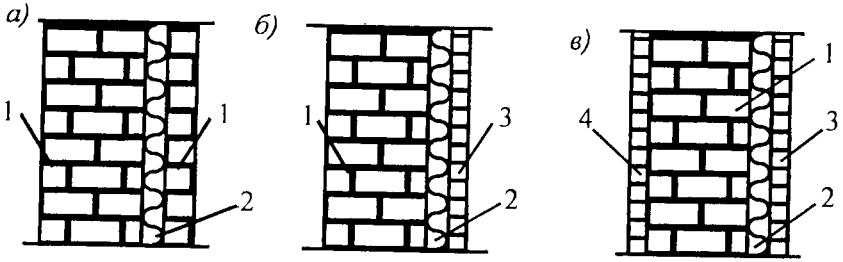
Для каменных конструкций предусмотрены следующие проектные марки растворов, кг/см^2: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 и 200. Применяемые для приготовления растворов вяжущие, заполнители, добавки и вода должны отвечать требованиям нормативных документов на эти материалы. Растворы должны быть приготовлены в основном на автоматизированных рас-

творных узлах при обеспечении требуемой точности дозирования составляющих.

В зависимости от условий работы для обеспечения устойчивости и повышения несущей способности отдельных элементов (столбы, стенки и простенки) их усиливают металлической арматурой. В кладке арматуру размещают в горизонтальных швах. Под влиянием сил трения и сцепления арматура работает как одно целое с выложенной и набравшей прочность кладкой. При укладке отдельных стержней или сеток в кладку защитный слой раствора сверху и снизу должен быть не менее 4 мм.

Наружные стены выполняют в виде трех основных конструктивных схем: массив или сплошная кладка на всю толщину стены (рис. 18.1, *а*); кладка с утеплителем в теле стены (рис. 18.1, *б*) и кладка с утеплителем на поверхности стены (рис. 18.1, *в*). Массив — наиболее распространенная форма наружных стен: кирпичом заполняется все сечение стены. Согласно последним нормативным требованиям, для обеспечения требуемой теплозащиты толщина стены из кирпича для климатического пояса Москвы должна быть более 100 см. Такое значительное потребление кирпича приводит к удорожанию конструкций, увеличению трудоемкости и продолжительности строительства.

В последние годы с появлением новых материалов, используемых в качестве утеплителей, наибольшее развитие получили вторая и третья конструктивные схемы. При второй схеме (см. рис 18.1, *б*) утеплитель укладывают в тело стены. На первом этапе возводят основную часть стены (в 1,5 — 2 кирпича). В растворный шов через два ряда кирпичей с шагом 50 см устанавливают проволочные штыри, выполненные из нержавеющей стали диаметром 5...8 мм и длиной, превышающей толщину утеплителя на 50 мм. На стержни монтируют (нанизывают) листовой утеплитель (пенополистирол, роквул)



Р и с. 18.1. Конструктивные схемы наружных кирпичных стен:
1 — кирпичная кладка; 2 — утеплитель; 3 — штукатурка; 4 — гипсокартон

на высоту одного стандартного листа. Затем выкладывают вторую часть стены (в 0,5 — 1 кирпич), соединяя с основной частью нержавеющей проволокой, устанавливаемой также в растворный шов через два ряда кирпичей с шагом 50 см.

Третья схема предусматривает две возможности укладки утеплителя: снаружи и изнутри кирпичной стены. Снаружи утеплитель используют как элемент отделки фасада (технологии «Алсеко», «Тексколор»), на него монтируют отделочную сетку, наносят фактурный слой и окраску. При отделке фасадов камнем, витражами, декоративными панелями утеплитель оказывается внутри системы навесных наружных конструкций. При установке изнутри утеплитель облицовывают гипсокартонными листами по металлическому каркасу или, значительно реже, оштукатуривают по сетке и красят.

Взаимосвязь кирпичной кладки и монтажа сборных конструкций. Ведущим процессом при возведении каркасов многоэтажных зданий с наружными кирпичными стенами является установка сборных конструкций каркаса в проектное положение. Ритму выполнения этого процесса должны быть подчинены все сопутствующие процессы, включая кирпичную кладку. Все эти процессы должны быть увязаны в пространстве и времени.

В зданиях с кирпичными наружными и внутренними стенами и перегородками при незначительном объеме монтажных работ (перемычки, отдельные сборные элементы, панели перекрытий) ведущим процессом является кирпичная кладка.

В зависимости от последовательности выполнения отдельных процессов здания могут возводиться дифференцированным, комплексным или смешанным методами.

При *дифференцированном (раздельном)* методе все работы на здании ведут последовательно: сначала возводят внутренние конструкции каркаса на всю высоту, затем выкладывают все наружные стены и после этого выполняют отделочные работы. Метод позволяет широким фронтом вести отдельные работы, создает условия для сокращения продолжительности этих работ, но их последовательное выполнение без совмещения может привести к удлинению общего срока возведения здания.

Комплексный (совмещенный) метод обеспечивает параллельное выполнение монтажных и каменных работ на соседних захватках, при определенных условиях допустимо начинать отделочные работы на нижних этажах здания. Метод позволяет значительно сократить срок строительства при оптимальном совмещении монтажа и кладки.

При *смешанном (комбинированном)* методе возможен монтаж каркаса до определенного уровня, выполнение каменной

кладки до этого уровня, продолжение работ в той же последовательности. Метод применим при колоннах в каркасе здания высотой в 2...3 этажа.

18.2. Организация возведения кирпичных стен

Основным методом каменной кладки в многоэтажных каркасных зданиях является *поточный*, в основу которого положены следующие принципы:

- выполнение всего комплекса работ по захватно-ярусной системе;
- разделение комплексного процесса кладки на составляющие процессы с собственными специализированными звеньями;
- последовательное по захваткам и ярусам выполнение процессов в одинаковом темпе специализированными звеньями постоянного состава;
- переход звеньев с захватки на захватку через равные промежутки времени, называемые шагом потока;
- обязательная увязка продолжительности монтажа и каменной кладки на захватке.

Процесс возведения многоэтажного кирпичного дома обычно осуществляет комплексная бригада. Количественный и квалификационный состав бригады определяется в зависимости от фронта работ, сроков строительства, принятых методов производства работ, производительности рабочих и машин.

Комплексная бригада состоит из звеньев монтажников, каменщиков, плотников, такелажников, транспортных рабочих. Ведущим в бригаде является звено монтажников или каменщиков, состав звеньев других специальностей комплектуется с учетом обеспечения ими нормальной работы ведущего звена. Численность комплексной бригады может изменяться от 20 до 40 человек в зависимости от конструктивных особенностей здания и особенно кладки.

При поточном выполнении каменной кладки основные понятия технологии работ имеют свое специфическое определение.

Захватка — типовая, повторяющаяся в плане часть здания с приблизительно равными на данном и последующих за ним участках (полсекции, секция, две секции) объемами кладки, предоставленная бригаде каменщиков для поточного выполнения работы на целое число смен.

Делянка — кратная часть захватки, отводимая звену каменщиков для бесперебойной работы в течение нескольких смен.

Ярус — часть здания, условно ограниченная по высоте, где без изменения уровня работы каменщиков по отношению к перекрытию выполняют рабочие процессы кладки в течение одной смены. Делянка, в зависимости от высоты этажа и толщины стен, по высоте может быть разбита на 2...3 яруса.

Число делянок и их размеры устанавливают в зависимости от трудоемкости кладки и сменной выработки звеньев. На стенах с простой кладкой в два кирпича при звене «двойка» длина делянки составит 12...17 м, для звена «тройка» — 19...25 м и для звена «пятерка» — 24...40 м.

Оптимальный для работы уровень кладки 60...80 см, производительность труда падает до 50% при нулевом уровне и высоте 1,1...1,2 м, поэтому именно в этих пределах и назначают высоту яруса. При высоте этажа до 2,8 м и толщине стен до двух кирпичей допускается иметь высоту яруса до 1,5 м, т. е. на этаже два яруса по высоте, при большей толщине стен и высоте этажей более 3 м принимают три яруса. Кладку выполняют с многорядной или однорядной перевязкой, узкие простенки и столбы выкладывают по четырехрядной системе перевязки. Кладку первого яруса каменщики выполняют с земли или междуэтажного перекрытия, второго и третьего с подмостей, раздвижных или устанавливаемых в два яруса. При свободной кладке свыше 4 м обычно используют трубчатые леса.

Комплектация звеньев каменщиков зависит от конструкции, толщины и сложности кладки, общего объема и трудоемкости работ, задействованного числа единиц монтажных механизмов.

18.3. Поточное производство монтажных и каменных работ

Основная особенность возведения многоэтажных зданий с кирпичными стенами состоит в сочетании выполнения монтажных и каменных работ. Оба этих процесса неразрывно связаны между собой и могут выполняться параллельно либо с некоторым интервалом во времени.

Специфика этих работ в том, что их выполнение связано с соблюдением необходимых технологических перерывов. Монтаж очередного этажа каркасного здания разрешается производить только после достижения бетоном, используемым для омоноличивания стыков, узлов и швов перекрытий, не менее 70% проектной прочности, а для кирпичной кладки — 50%.

Возведение кирпичных зданий следует осуществлять только поточным методом, предусматривающим деление здания на несколько одинаковых по трудоемкости захваток: по одно-, двух- и трехзахватной системам.

Однозахватная система организации работ применяется преимущественно при строительстве небольших в плане односекционных домов, при одноэтажном строительстве, когда кладку ведут на всю высоту этажа при трехъярусном членении. Каменную кладку и монтаж ведут каменщики, освоившие профессию монтажника. Кирпичная кладка по периметру здания на высоту яруса должна быть закончена к концу первой смены. В этот же день во вторую смену выполняют вспомогательные работы: установку подмостей, доставку кирпича на подмости и т. д. Через три дня, завершив кладку третьего яруса, бригада разделяется на монтажные звенья по 4...5 человек, в зависимости от числа звеньев сборные элементы монтируют в две или три смены. На захватке (рабочем участке), где выполняют монтажные работы, по условиям техники безопасности не могут одновременно работать каменщики и наоборот.

В сельскохозяйственном строительстве при возведении небольших рассредоточенных объектов, при строительстве кирпичных коттеджей целесообразно, чтобы весь комплекс работ вела одна комплексная бригада с внутризвеньевой специализацией. В состав такой бригады должны входить звенья каменщиков, монтажников и такелажников, плотников и транспортных рабочих. Ведущим в бригаде является звено каменщиков, остальные звенья комплектуют с учетом обеспечения ими работы каменщиков и монтажников. При такой организации и кооперировании труда можно сократить внутрибригадные простои, уменьшить объем вспомогательных работ. Для ряда объектов, в том числе животноводческих комплексов, ведущим может оказаться звено монтажников, при значительных объемах монтажных работ — самостоятельная бригада.

При поточной организации работ целесообразно наличие четырех бригад (звеньев), выполняющих возведение нулевого цикла, кирпичную кладку, монтаж сборных конструкций, кровельщиков и отделочников, выполняющих свои работы в определенном, общем для всех ритме и последовательно переходящих с одного объекта на другой.

Двухзахватная система является наиболее распространенной и ее применяют при строительстве двух-, трех- и четырехсекционных зданий. Здание в плане разбивают на две примерно равные по трудоемкости захватки: на первой ведут кладку, на второй — монтаж конструкций каркаса этажа, монтаж перегородок и других встроенных конструкций, устанавливают подмости. Состав рабочих звеньев должен обеспечить завершение работ на обеих захватках одновременно, после чего звенья меняются захватками. Такая последовательность сохраняется при возведении всех этажей здания. Работа может быть организована в одну, две и три смены.

Двухзахватную систему особенно часто применяют в зданиях высотой этажа до 3 м, когда принимают двухъярусную систему кирпичной кладки. Организация кирпичной кладки и монтажа сборных конструкций типового этажа жилого дома при двухзахватной системе и выполнении кладки только в первую смену приведена в табл. 18.1. Основные рабочие процессы сводятся к четырем комплексным — кирпичная кладка, подъем раствора и кирпича на рабочее место, перестановка подмостей, монтажные и сопутствующие процессы. Оптимальную продолжительность работ на этаже определяют при взаимной увязке продолжительности работы крана и кирпичной кладки.

Число захваток принимают от одной до трех в зависимости от объема кладки на этаже и количества секций здания, число рабочих участков на захватке — 2...4, число ярусов — два при высоте этажа до 2,8 м и три — при большей высоте. Продолжительность кладки на этаже в днях и при работе каменщиков только в первую смену подчиняется зависимости:

$$T_{КЛ} = N_З N_У N_Я,$$

где: $T_{КЛ}$ — продолжительность кладки; $N_З$ — число захваток; $N_У$ — число рабочих участков; $N_Я$ — принятое число ярусов работы по высоте этажа.

Продолжительность выполнения кладки на этаже должна быть увязана со временем работы крана в днях при двухсменном его использовании. Для рассматриваемого в табл. 18.1 примера планируемое время — 16 смен или 8 дней работы. В данном случае:

$$T_{КЛ} = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \text{ дн.}$$

При возведении здания по двухзахватной системе оно может быть разбито на две захватки по продольной оси здания, и работы будут проводиться одновременно на двух захватках. На одной выполняют кладку стен на высоту этажа в три яруса, на второй — монтаж сборных конструкций, перегородок и другие работы, сопутствующие каменной кладке. Кладку стен

Таблица 18.1. **График кирпичной кладки и монтажа типового этажа**

Наименование процессов	Трудоемкость по ЕНиР чел.-дн	Трудоемкость по ЕНиР маш.-см	Трудоемкость по техкарте чел.-дн	Трудоемкость по техкарте маш.-см	Звенья	Продолж. работ, смены	Рабочие дни	1	2	3	4	5	6	7	8
							Рабочие смены	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
Кирпичная кладка стен и перегородок	153,63	—	144	—	18	8		1-1-1	1-1-2	1-2-1	1-2-2	2-1-1	2-1-2	2-2-1	2-2-2
Подъем раствора и кирпича	23,1	11,55	80	9,5	5	16		1 0,5	1 0,5	1 0,5	1	1	1	1 0,5	
Перестановка подмостей	5,38	1,79		1,5					0,5			0,5	0,5		
Монтажные работы, электросварка, заделка швов, подача материалов, обслуживание крана	45,41	5,15		5				0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1
ВСЕГО:	227,52	18,49	224	16	23	16		1 рабочий участок		2 рабочий участок		1 рабочий участок		2 рабочий участок	
							В смену	23	5	23	5	23	5	23	5
							В день	28		28		28		28	
								1 захватка - 4 дня				2 захватка - 4 дня			

(Число захваток) х (рабочие участки) х (ярусы) = =продолжительность кладки этажа
2х2х2=8 дней

на этаже начинают на первой захватке с той продольной оси, которая находится дальше от монтажного крана.

Трехзахватную систему применяют при строительстве зданий большой протяженности (в основном пяти- и шестисекционных домов). Здание в плане разбивают на три равные по трудоемкости захватки. На одной каменщики ведут кладку, на второй плотники устанавливают подмости, а транспортные рабочие ведут заготовку материалов, на третьей монтажники ведут монтаж конструкций каркаса.

При возведении зданий с числом секций более шести работы организуют по двух- или трехзахватной системе с разделением здания на две самостоятельные зоны по числу установленных башенных кранов.

Оптимальная организация работ предусматривает следующее:

- ведущий процесс — кирпичную кладку выполняют в 1 смену, перестановку подмостей, подачу материалов, сопутствующие работы — во 2 смену, монтаж — в 3 смену;
- продолжительность работ на захватке зависит от трудоемкости крановых процессов при загрузке крана в 2...3 смены;
- численный состав каменщиков определяют делением итоговых трудозатрат по кладке на принятую продолжительность работ.

Двухзахватная система ускоряет производство работ по сравнению с трехзахватной в 1,5 раза и является экономически более выгодной. При двухзахватной системе бригада в 22...26 человек возводит этаж здания за 12 дней при работе в две смены. При работе в три смены бригада в 40...46 человек выполняет тот же комплекс работ за 6 дней.

Разновидность поточного метода — метод *поточно-кольцевой* (поточно-конвейерный) применяется при кладке стен большой протяженности с малым числом проемов, обычно в промышленных и общественных зданиях. При этом методе здание может быть разбито на захватки, но делянки отсутствуют, звенья каменщиков перемещаются друг за другом по периметру захватки и выкладывают один общий ряд звеном «шестерка» — одни наружную версту, другие внутреннюю, третья двойка — только забутку. Кладку толстых стен с облицовкой или сложную кладку выполняет звено «девятка», состоящее из трех «троек». Поточно-кольцевой метод основан на строгом разделении труда и на последовательном движении рабочих вдоль фронта работ, что обязывает каждого из них выполнять свою работу с определенной скоростью, создает единый для всех режим работы.

Закончив кладку одного ряда по всей длине стен на одной захватке, звено переходит к кладке следующего ряда. При наличии внутренних стен целесообразно при возведении наружных стен на высоту 1,8...2 м перейти к кладке внутренних, что обеспечит лучшую пространственную жесткость всей кладки. Бригада каменщиков работает при том же членении звеньев на «двойки» или «тройки». При большом фронте работ на сооружении возможно его разделение на две и большее число захваток со своими звеньями каменщиков или самостоятельными комплексными бригадами. Работа может быть организована и двумя-тремя потоками, когда 6 или 9 звеньев последовательно перемещаются вдоль фронта работ друг за другом в указанном выше порядке.

18.4. Возведение каменных конструкций в зимних условиях

Каменные работы в зимних условиях имеют ряд особенностей, обусловленных влиянием отрицательных температур на процессы укладки и твердения раствора. С понижением температуры скорость твердения раствора замедляется: при 5°С — в 3...4 раза, при 0°С раствор практически не твердеет. При более низких температурах содержащаяся в растворе свободная вода превращается в лед, который в соединение с вяжущими веществами не вступает. Если твердение раствора началось ранее замерзания, то оно приостанавливается до тех пор, пока свободная вода будет находиться в растворе в виде льда. Кроме этого, замерзающая вода увеличивается в объеме до 9%, вследствие чего структура раствора разрушается и он в значительной степени теряет накопленную до замерзания прочность.

При замерзании свежевыложенной кладки в швах раствор очень быстро теряет пластичность, горизонтальные швы остаются недостаточно уплотненными, при оттаивании они обжимаются весом вышележащей кладки, а это вызывает значительную и неравномерную осадку, создающую угрозу прочности и устойчивости кладки и всего сооружения. При раннем замораживании кладки конечная прочность, которую она приобретает при положительной температуре, не доходит до марочной и обычно не превышает 50% требуемой прочности.

При каменной кладке в зимних условиях, выполняемой на растворах с температурой не ниже +20°С, применяют следующие основные способы:

- замораживание с приобретением раствором критической прочности до замерзания;
- использование противоморозных добавок;
- использование быстротвердеющих растворов на основе глиноземистого цемента;
- электропрогрев кладки;
- армирование кладки;
- кладку в тепляках.

Отличительные особенности кирпичной кладки в зимних условиях:

- сокращается размер делянок, увеличивается число каменщиков, обеспечивается быстрое возведение кладки по высоте с обязательным и одновременным выполнением работ сразу на всей захватке;
- при многорядной системе перевязки вертикальные продольные швы перевязывают не реже чем через каждые три ряда;
- запас раствора на рабочем месте допускается только на 20...30 мин работы, ящик должен быть утеплен и оборудован подогревом;
- не разрешается укладывать в конструкцию намокший и обледеневший кирпич, его необходимо оттаять и просушить;
- не допускается при перерывах в работе оставлять раствор на верхнем слое кладки.

18.5. Мероприятия в период оттаивания кладки

Снижение прочности замерзшей кладки и ее устойчивости при оттаивании, неравномерность оттаивания и осадки отдельных частей и даже сторон здания при весеннем солнечном нагреве обязывают строителей внимательно следить за состоянием конструкций в период оттепелей, чтобы своевременно принять необходимые меры и обеспечить сохранность и целостность возводимого здания.

По окончании кладки каждого этажа необходимо устанавливать контрольные рейки и вести по ним наблюдения за осадкой стен в зимний и весенний периоды. Особо опасные участки необходимо укрепить стойками с тщательным подклиниванием. Временные стойки, поддерживающие стены или перекрытия, в период их оттаивания должны иметь помимо клиньев и поперечные прокладки из мягких пород дерева, которые при осадке стен будут сминаться, не нарушая целостности системы.

С наступлением теплой погоды нужно разгрузить перекрытия, в частности от строительного мусора, раскрепить свобод-

но стоящие столбы, простенки и стены, имеющие высоту, превышающую их толщину более чем в шесть раз. Необходимо постоянно наблюдать за наиболее напряженными конструкциями, проверять целостность кладки столбов, простенков, опор под сильно нагруженными прогонами.

Наблюдения за состоянием кладки необходимо осуществлять в течение всего периода оттаивания, длительность которого составляет для наружных стен 7...10 дней после наступления круглосуточных положительных температур. В некоторых случаях при оттаивании стен, расположенных с южной стороны и сильно нагреваемых солнечными лучами, кладка обезвоживается. Возникает необходимость регулярного полива стен водой. При появлении на поверхности кладки мелких трещин необходимо сразу же ставить на них маяки, при увеличении трещин — усилить этот простенок.

Глава 19

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

19.1. Общие положения

Использование деревянных конструкций в качестве легкодоступного самовозобновляющегося строительного материала имеет многовековую традицию. Однако в период роста индустриального строительства, повсеместного применения конструкций из железобетона и металла при наличии огромных возможностей деревянных конструкций в их использовании наступил спад. Это было обусловлено наличием серьезных недостатков деревянных конструкций, таких, как невысокая долговечность, низкая несущая способность, сложность в эксплуатации, в частности, в результате длительного воздействия атмосферных осадков возникали процессы гниения и разрушения древесины, проблемы, связанные с обеспечением противопожарной безопасности.

Новый импульс в строительстве с применением деревянных конструкций был получен в связи с появлением современных защитных и антисептических материалов, а также с активным развитием технологий создания мощных клееных элементов, дающих возможность шире использовать деревянные конструкции в качестве несущих. С учетом отличных экологических характеристик, а также высокого потребительского интереса и

сравнительно невысокой стоимости, здания, возведенные с применением деревянных конструкций, вновь заняли достойное место в жилищном и гражданском строительстве.

Деревянные элементы могут использоваться как несущие конструкции каркаса и кровли, наружные и внутренние отделочные материалы в цельнодеревянных зданиях; как несущие элементы кровельных покрытий в кирпичных, железобетонных и зданиях из металлических конструкций. Из деревянных элементов могут быть возведены специальные сооружения, такие, как мачты, башни и др.

Здания, возведенные с применением деревянных конструкций, подразделяют на большепролетные с деревянными несущими конструкциями, специальные сооружения, каркасные и брусчатые.

19.2. Большепролетные здания с деревянными несущими конструкциями

Использование деревянных конструкций, таких, как балки, арки, рамы, фермы в качестве несущих для покрытий большепролетных зданий, в силу их небольшого веса, приводит к облегчению и удешевлению элементов сборного или монолитного каркаса. Подобные здания могут использоваться в промышленном строительстве для неагрессивных производств, но наибольшее применение они получили при строительстве гражданских зданий. Это, в первую очередь, спортивные сооружения. Например, олимпийский спортивный зал в г. Солт-Лейк-Сити (США) имеет покрытие в виде клеедеревянного сетчатого купола с треугольными ячейками диаметром 150 м и высотой 38 м, опирающегося на стальное опорное кольцо; овальный спортивный зал в г. Пуатье (Франция), основной несущей конструкцией покрытия которого является клеедеревянная арка пролетом 75 м, на нее опираются клеедеревянные балки с различными пролетами, имеющие обратные выгибы и опирающиеся с другой стороны на железобетонные колонны; дворец спорта в г. Архангельске (Россия), несущие конструкции которого представляют собой клеедеревянные сегментные арки пролетом 63 м, опирающиеся на железобетонные рамы пристроек. Кроме того, деревянные конструкции для покрытия большепролетных зданий могут использоваться в крупных магазинах, офисных центрах, транспортных терминалах. Так, здание международного аэропорта в г. Осло (Норвегия) состоит из центральной трехпролетной части, перекрываемой девятью сдвоенны-

ми клеедеревянными балками длиной 120 м, установленными на железобетонные колонны с шагом 15 м; балки между собой соединены пространственными деревянными фермами; левая и правая части терминала представляют собой однопролетные здания длиной 250 м, перекрытые клеедеревянными 18-метровыми балками, установленными с шагом 8 м.

Возведение зданий с деревянными несущими конструкциями практически полностью осуществляется по схемам и с использованием методов, ранее рассмотренных при возведении большепролетных зданий с несущими железобетонными и металлическими конструкциями.

Отличительные особенности возведения зданий с деревянными конструкциями в период, непосредственно предшествующий монтажу, связаны со свойствами древесины как строительного материала. Необходимо:

- проведение технологических мероприятий по препятствованию увлажнения грунтовой и атмосферной влагой монтируемых конструкций — устройство прокладок, навесов;
- выявление и устранение дефектов, которые могли возникнуть при транспортировке и разгрузке.

Такие конструкции, как балки, арки с затяжкой, фермы, монтируют полностью собранными. Сборку осуществляют в заводских или построечных условиях. Трехшарнирные рамы и арки монтируют по частям, устанавливая в проектное положение каждую из половинок конструкции и соединяя их после установки в коньковом узле.

Несмотря на широкий диапазон применения и тип конструкций, существует целый ряд условий, которые необходимо выполнять при монтаже всех большепролетных деревянных конструкций:

- подъем монтируемых конструкций следует осуществлять только с использованием траверс и стяжек, обеспечивающих целостность конструкции. В зонах строповки необходимо устанавливать защитные прокладки;
- подводить под конструкции временные системы опирания и монтажа до достижения ими проектных положений;
- выверять положения опорных площадок, на которые будет монтироваться конструкция, по отношению к осям возводимого здания;
- осуществлять устройство выверочных монтажных осей на металлических элементах, используемых в узлах крепления между несущими конструкциями каркаса и деревянными конструкциями.

В некоторых случаях, крепление деревянных конструкций с каркасом осуществляют при помощи арматурных стержней, вклеенных в древесину крайних зон сечения конструкции и замоноличиваемых внешними концами в анкерные гнезда элементов железобетонного каркаса. В случае если элементы каркаса металлические, то внешние концы стержней устанавливают в монтажные отверстия и закрепляют с помощью сварки или при наличии на стержнях резьбы гайками. Недостатком такого типа крепления является его низкая надежность, связанная с проблемами точности и прочности установки стержней, сложностью юстировки (выверки) монтируемой конструкции, невозможностью, в случае необходимости, замены узла крепления. Описываемые узлы крепления могут применяться при монтаже стоек, а также балок и ферм небольшого пролета.

Наиболее часто используемым узлом крепления деревянных конструкций с каркасом является крепежный элемент, состоящий из двух частей, одна из которых в виде площадки опирания при железобетонной конструкции замоноличивается или закрепляется болтами, при металлической — сваривается, а другая часть в виде пластин, анкерных столиков, башмаков крепится на болтах к деревянной конструкции. С помощью геодезических приборов выверяют горизонтальность установки площадки и пластин, башмаков или столиков. В виде рисок на них наносят монтажные оси. Элементы устанавливают один на другой, поддомкрачиванием добиваются совпадения монтажных осей на них и отверстий, в которые устанавливают крепежные болты.

Монтируемая первой несущая деревянная конструкция после установки должна быть закреплена временными растяжками или другими приспособлениями. При установке последующих конструкций в проектное положение они должны быть сразу скреплены со смонтированной первой конструкцией постоянными связями и ограждающими конструкциями — настилами, прогонами, панелями.

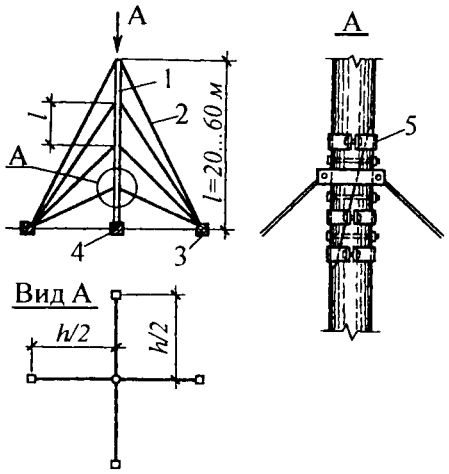
Поверх несущих конструкций устраивают ограждающие покрытия. Покрытия бывают утепленные и неутепленные, которые монтируют по деревянным дощатым или клеедеревянным настилам, металлическим прогонам, деревянным балкам или фермам или другим конструкциям, обеспечивающим пространственную жесткость кровли в целом. В основном применяют три типа покрытий: *безрулонные*, когда покрытие кровли состоит из обеспечивающих пространственную жесткость облегченных утепленных панелей заводского производства, а гидро- и теплоизоляция здания обеспечивается этими панеля-

ми и их сопряжением; *безрулонные чешуйчатые*, когда поверх настила укладывают утеплитель, паро- и гидроизоляцию, а затем защитно-декоративный слой — черепицу, металлочерепицу, синтетические кровельные листы на битумной основе; *рулонные* — аналогичные описанным выше безрулонным чешуйчатым, но в которых в качестве завершающего слоя используется рулонный ковер.

19.3. Специальные деревянные сооружения

Специальными деревянными сооружениями являются мачты, шпили, башни, в том числе силосные, мосты и эстакады, леса и кружала. В последнее время использование специальных деревянных сооружений в гражданском строительстве, в связи с появлением новых эффективных и долговечных материалов, не носит массового характера. Однако в некоторых случаях применяют:

- мачты на оттяжках для опор линий электропередач и связи;
- деревянные башни для ретрансляционных, геодезических и наблюдательных вышек, водонапорных башен, градирен;
- силосы для хранения сыпучих материалов;
- мосты и эстакады для пересечения небольших речек и оврагов;



Р и с. 19.1. Схема монтажа деревянной мачты:

1 — ствол; 2 — оттяжки; 3 — анкерные опоры; 4 — фундамент; 5 — соединительный хомут

- леса и кружала для возведения каменных и железобетонных сооружений.

Из перечисленных выше сооружений чаще других применяют деревянные одноствольные или кустовые *мачты* на оттяжках (рис. 19.1), состоящие из ствола, стальных оттяжек, фундамента и анкерных опор. В одноствольных мачтах, достигающих в высоту 40 м, в качестве ствола используют клеедеревянные конструкции или одиночные бревна равного диметра (до 30 см), соединенные по длине с помощью косого прируба (имеющего длину не менее тройного диаметра, стягивающегося болтами и хомутами из полосовой стали) или прямого лобового упора (соединенного накладками из швеллеров или уголков на болтах). Оттяжки мачты — стальные тросы, с одной стороны крепящиеся к мачте с помощью кольцевых хомутов и петель, а с другой к анкерным опорам через винтовые натяжные компенсаторы, обеспечивающие вертикальность положения ствола и величину натяжения оттяжки.

Мачты на оттяжках возводят в следующем порядке:

1) на определенном проектом месте устраивают фундамент мачты — железобетонный или металлический с закладными деталями из стальных швеллеров, уголков или с анкерными болтами, предназначенными для крепления ствола;

2) на расстоянии, равном половине высоты мачты, крестообразно, с центром по осям установки мачты, монтируют бетонные, железобетонные или металлические анкеры, установленные в грунт под углом 45° и имеющие закладную деталь для крепления оттяжек;

3) в горизонтальном положении собирают мачту и устанавливают на ней хомуты с оттяжками, как правило, четыре группы хомутов на равном расстоянии по длине ствола;

4) используя подъемный кран или метод поворота, мачту поднимают в вертикальное положение, оттяжки закрепляют в анкеры, выверяя геодезическими приборами, с помощью винтовых натяжных компенсаторов мачту устанавливают в проектное положение.

Деревянные башни являются пространственными решетчатыми или сетчатыми сооружениями, высота которых значительно превышает их поперечные размеры. Монтаж башен осуществляют, исходя из их конструктивных особенностей. Так, решетчатые башни представляют собой, как правило, четырехгранные усеченные пирамиды, каждая грань которой — ферма с раскосной, перекрестной, полураскосной и ромбической структурой. В основном используют полураскосные и ромбические решетки, имеющие меньшую длину раскосов, а следовательно, большую их устойчивость при работе на сжатие. По высоте башни грани соединяются в основаниях жесткими решетчатыми диафрагмами, обеспечивающими пространственную жесткость поперечных сечений башни.

Фундаментами башен являются в основном железобетонные конструкции. Монтаж деревянных сетчатых башен осуществляют в следующей последовательности:

1) стойки башни устанавливают подъемным краном в проектное положение и закрепляют в нем с помощью временных приспособлений;

2) по высоте устанавливают горизонтальные решетчатые диафрагмы, соединяемые со стойками металлическими хомутами на болтах;

3) монтируют стержни решеток граней, работающие на растяжение или знакопеременные усилия, с помощью болтов внахлест, работающие только на сжатие иногда в виде лобовых врубок.

Сетчатые башни (В.Г. Шухова) — круглые в плане, состоящие из двух примыкающих слоев пересекающихся клеедеревянных или брусчатых стоек, расположенных по образующим однополосного гиперболоида вращения. Стойки по высоте башни соединяются клеедеревянными кольцами жесткости. Колодцы жесткости также могут быть выполнены из пакетов гнутых досок. Стойки в местах пересечения подрезают для плотного касания и стягивают болтами, а по длине соединяют при помощи лобовых упоров с металлическими или деревянными накладками на болтах. Возведение башни осуществляют поярусно, начиная с установки стоек нижнего яруса, затем колец жесткости, далее стоек следующего яруса и т. д.

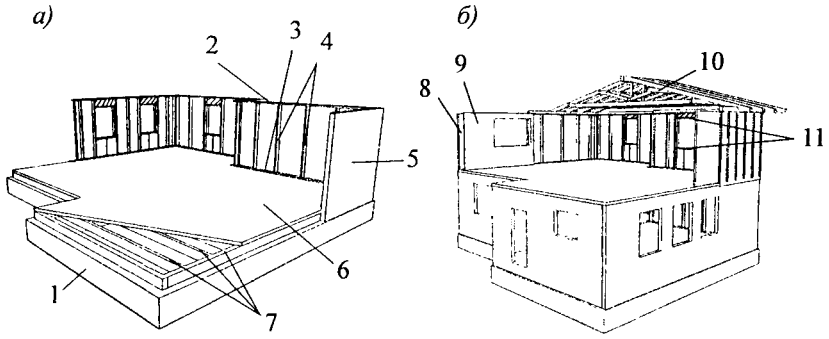
Деревянные кружала — временные опоры, применяемые при возведении железобетонных и каменных конструкций арочной, купольной и сводчатой форм. Кружала состоят из несущих конструкций, опор и настила. Непосредственная форма возводимых конструкций достигается приданием настилу требуемых проектом конфигураций. Настил монтируют на несущие конструкции кружал. Основные несущие конструкции кружал (стоечные, подкосные, веерные, из ферм и комбинированные) сооружают из бревен, брусьев, толстых досок, клеедеревянных элементов, металлических стоек и подкосов. Стоечные и подкосные кружала по принципам использования и возведения близки к подробно описываемым в других главах опалубочным системам. Веерные кружала состоят из групп стоек, устанавливаемых на общие деревянные опоры и расположенных под разными углами наклона к горизонтальной плоскости — «развернутый веер». Поверх стоек с помощью гвоздей или болтов монтируют несущие балки и укладывают настил. Кружала состоят из сегментных ферм, комбинация которых позволяет создать требуемую проектную конфигурацию возводимого здания. Сегментные фермы монтируют на горизонтальной поверхности, соединяя их пояса и подкосы гвоздями или болтами. Затем их поднимают в проектное положение и устанавливают на стойки или башни, закрепленные на лежневые опоры в виде ряда коротких бревен. По верхним поясам ферм укладывают настил.

19.4. Каркасные деревянные здания

Каркасные деревянные здания имеют огромное применение в Канаде, Норвегии, Швеции, Финляндии и некоторых других странах с климатическими условиями, схожими с российскими. Этим объясняется повышенный интерес к зданиям такого типа.

Строительство каркасных зданий (рис. 19.2) начинают с возведения фундамента, выполняемого из железобетона или, в силу незначительного веса деревянных конструкций и здания в целом, из бетонных блоков. После проведения мероприятий по вертикальной и горизонтальной гидроизоляции по периметру здания устанавливают непрерывные балки пола первого этажа. Балки выполняют из толстых досок, устанавливаемых на кромки и сращиваемых по длине накладками из деревянных досок, расположенных внутри контура здания. Удлинение осуществляют с помощью гвоздей или болтов. Продольные периметральные балки связывают между собой промежуточными балками, устанавливаемыми через 50...70 см. Соединение продольных и поперечных балок осуществляют с помощью гвоздевых пластин.

Поверх смонтированной конструкции укладывают пол первого этажа. На следующем этапе монтируют стены и перегородки первого этажа, начиная с наружных. Для этого сначала на поверхности пола, в местах установки стен и перегородок,



Р и с. 19.2. Возведение деревянных каркасных зданий:

а — конструкция первого яруса; *б* — конструкция второго яруса и крыши; 1 — фундамент железобетонный; 2 — верхний пояс обвязки; 3 — нижний пояс обвязки; 4 — вертикальные деревянные стойки каркаса; 5 — обшивка листами из влагостойкого гипсокартона; 6 — конструкция пола первого этажа; 7 — деревянные балки пола первого этажа; 8 — теплоизоляция наружных стен; 9 — поверхность под чистовую отделку; 10 — фрагмент стропильной конструкции; 11 — проемообразователи

монтируют нижний пояс первого этажа в виде досок, устанавливаемых на их широкие стороны — пласти. Затем на горизонтальной поверхности собирают каркасы наружных и внутренних стен.

Каркас стены представляет собой прямоугольный фрагмент по длине, как правило, равный длине стены, но не превышающий 12 м, а по высоте равный высоте этажа. По периметру каркаса монтируют пластями толстые доски, а на расстоянии 70...90 см устанавливают дополнительные стойки, равные высоте этажа. В наружных стенах, в зонах установки окон и дверей монтируют проемообразователи для этих столярных изделий. Непосредственно над окнами или дверями устанавливают перемычку — усиленный деревянный элемент из бруса или из сплоченных досок, соединенных по ширине. Под оконными проемообразователями устанавливают вертикальные стойки, соединяющие проемы с нижними балками каркаса.

Соединения всех элементов осуществляют на гвоздях или гвоздевых пластинах. Для придания пространственной жесткости и устойчивости фрагмент с внешней стороны обшивают листами влагостойкого гипсокартона. Гипсокартон соединяют с элементами каркаса шурупами. Собранный фрагмент каркаса устанавливают в проектное положение, поднимая его краном или вручную. Соединение с нижним поясом первого этажа осуществляют гвоздями, а для придания дополнительной пространственной жесткости и устойчивости фрагменты раскрепляют временными подкосами. Затем устанавливают каркасы внутренних стен перегородок. Их отличие от наружных заключается в отсутствии проемообразователей под окна и монтаже в проектное положение без обшивки гипсокартоном. Заканчивается возведение конструкций первого этажа монтажом балок перекрытия. К ним снизу прибивают конструкции обрешетки, являющиеся направляющими, к которым крепится потолок первого этажа. Поверх обрешетки укладывают звукоизоляцию, монтируют электротехническую и, если требуется, горизонтальную санитарно-техническую разводку.

После выполнения этих процессов укладывают подготовку пола второго этажа. Возведение конструкций второго этажа осуществляют в той же последовательности. Поверх верхнего пояса второго этажа монтируют несущие конструкции кровли. Как правило, их выполняют в виде ферм, изготавливаемых в заводских или построечных условиях, полностью подготовленных для монтажа в проектное положение. Для двухскатных крыш фермы устанавливают в поперечном направлении с шагом до 3 м. Для образования дополнительных скатов в трех- и

четырехскатных крышах к крайним фермам в продольном направлении достраивают полуфермы изменяемой высоты. По верхним поясам ферм укладывают настил и покрытие в соответствии с описываемыми ранее решениями.

На следующем этапе в наружных и внутренних стенах монтируют электротехническую разводку и вертикальные санитарно-технические стояки. Затем укладывают теплоизоляцию в наружные стены и звукоизоляцию во внутренние стены и перегородки, после чего их обшивают листами гипсокартона.

На последнем этапе осуществляют окончательную отделку помещений изнутри, а после облицовки фасада деревянными изделиями или декоративным камнем — его покраску снаружи. Прилегающую территорию благоустраивают.

Возведение каркасного здания площадью 250 м^2 с установкой санитарно-технического и кухонного оборудования, с полной отделкой внутри дома и снаружи и благоустройство прилегающей территории комплексная бригада, состоящая из 6 рабочих, выполняет в течение 2,5...3 мес.

19.5. Брусовые здания

Особенность брусовых зданий заключается в том, что возникающая вертикальная нагрузка воспринимается наружными и внутренними стенами, смонтированными из бруса. После возведения фундамента или стен подвала и выполнения вертикальной и горизонтальной гидроизоляции по ним устраивают обвязку и укладывают порядно брус наружных и внутренних стен. Для наружных стен используют антисептированный и антипирированный (пропитанный раствором, понижающим горючесть древесины) брус 150 × 150...200 × 200 мм, для внутренних — брус 100 × 100 мм. Между рядами прокладывают слой гидро- и теплоизоляции, позволяющий осуществлять лучшее сопряжение брусьев и препятствующий задуванию и проникновению влаги внутрь здания. Между собой брусья соединяют крепежными элементами — нагелями, представляющими собой металлические штыри диаметром 25 мм и длиной, равной двукратной высоте брусьев плюс 30 мм. Такая длина нагелей обеспечивает прошивание двух рядов брусьев и вхождение на 25...30 мм в третий брус. Нагели устанавливают в шахматном порядке через 1,5 м один от другого, но не менее чем два нагеля на один брус.

На возведенные стены первого этажа укладывают балки перекрытия, монтируют конструкции второго этажа, чердачное

перекрытие, несущие пространственные конструкции кровли и кровлю.

На следующем этапе наружные стены утепляют изнутри или снаружи и обшивают декоративными материалами — деревянными элементами или отделочным камнем. После этого приступают к санитарно-технической и электротехнической разводкам, внутренним отделочным работам и благоустройству прилегающей территории.

К недостаткам брусовых зданий относятся повышенные требования специальной подготовки к используемым при их возведении материалам. До начала строительства брус должен пройти пропитку антисептирующими и водоотталкивающими растворами, после чего их укладывают в сушильную камеру и доводят уровень влажности до значений, не превышающих 8%. На протяжении строительства брусья должны храниться в сухом отапливаемом помещении. Если эти условия не соблюдаются, повышение влажности приводит к тому, что после возведения здания происходит усыхание древесины, обжатие теплоизоляционной прокладки и, как следствие, усадка здания до 5% по высоте. Проведение отделочных работ при таких условиях практически нецелесообразно, к ним можно приступать только после окончания усадочных процессов, т. е. через 9...12 мес после завершения монтажа конструкций, а следовательно, полный цикл возведения здания будет значительно более продолжительным в сравнении с аналогичными объектами, построенными из других материалов.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Организация производства работ и технологические особенности различных опалубок и опалубочных систем рассмотрены в разделе монолитное домостроение. Возведение зданий из бетонных и железобетонных монолитных конструкций специфично и отличается от возведения зданий и сооружений из кирпича, сборного железобетона, деревянных и металлических конструкций. Наличие так называемых «мокрых процессов», необходимость выдерживания для набора прочности забетонированных конструкций определяют специфику их производства.

Уделено внимание разбивке зоны бетонирования на захватки, ярусы, комплектованию бригад и звеньев, организации поточного производства комплекса бетонных работ.

Рассмотрена специфика применения самых разнообразных опалубок, используемых для бетонных работ, которые разбиты на четыре основные группы: разборно-переставные, горизонтально и вертикально перемещаемые и так называемые специальные опалубки, к которым отнесены пневматическая, несъемная и греющая.

Глава 20

СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

20.1. Назначение опалубки

Большую часть объема монолитного бетона и железобетона применяют для возведения конструкций нулевого цикла и только 20...25% расходуют на надземные части зданий и сооружений. Наибольшая эффективность монолитных конструкций проявляется при реконструкции промышленных зданий и сооружений, а также при возведении объектов жилищно-комму-

нального строительства. Применение монолитного бетона позволяет уменьшить расход стали на 7...20%, бетона до 12%. Но при этом возрастают энергозатраты, особенно в зимнее время, и повышаются трудозатраты на строительной площадке. Так, затраты труда на строительной площадке при возведении зданий из монолитного железобетона в 1,65 раза выше, чем при строительстве крупнопанельных зданий. Ясно, что основной объем работ при строительстве зданий из монолитного бетона приходится на строительную площадку. Но возрастание расхода бетона на 17...19% по сравнению с крупнопанельным домостроением объясняется недостаточным использованием легких бетонов, современных плитных утеплителей, и применением более низких марок цемента.

Возведение зданий из монолитного железобетона позволяет оптимизировать их конструктивные решения, перейти к неразрезным пространственным системам, учесть совместную работу элементов и тем самым снизить их сечение. В монолитных конструкциях проще решается проблема стыков, повышаются их теплотехнические и изоляционные свойства, снижаются эксплуатационные затраты.

Комплексный процесс возведения монолитных конструкций включает:

- заготовительные процессы по изготовлению опалубки, арматурных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, приготовлению товарной бетонной смеси. Это, в основном, процессы заводского производства;
- построечные процессы — установка опалубки и арматуры, транспортирование и укладка бетонной смеси, выдерживание бетона, демонтаж опалубки.

Опалубочная система — понятие, включающее опалубку и элементы, обеспечивающие ее жесткость и устойчивость, крепежные элементы, поддерживающие конструкции, леса.

Виды и назначение отдельных элементов опалубок и опалубочных систем:

- **опалубка** — форма для монолитных конструкций;
- **щит** — формообразующий элемент опалубки, состоящий из палубы и каркаса;
- **палуба** — элемент щита, образующий его формующую рабочую поверхность;
- **опалубочная панель** — формообразующий плоский элемент опалубки, состоящий из нескольких смежных щитов, соединенных между собой с помощью соединительных узлов и элементов и предназначенный для опалубливания всей конкретной плоскости;
- **блок опалубки** — пространственный, замкнутый по периметру элемент, изготовленный целиком и состоящий из плоских и угловых панелей или щитов.

Материалом опалубки служат сталь, алюминиевые сплавы, влагостойкие фанера и древесные плиты, стеклопластик, полипропилен с наполнителями повышенной плотности. Поддерживающие элементы опалубки обычно выполняют из стали и алюминиевых сплавов, что позволяет достичь их высокой оборачиваемости.

Комбинированные конструкции опалубки являются наиболее эффективными. Они позволяют в наибольшей степени использовать специфические характеристики материалов. При использовании фанеры и пластика оборачиваемость опалубки достигает 50 раз и более, при этом существенно возрастает качество покрытия за счет низкой адгезии материала с бетоном. В стальной опалубке используют листы толщиной 2...6 мм, что делает такую опалубку достаточно тяжелой. Опалубку из деревянных материалов защищают синтетическими покрытиями. Пленки на палубу наносят методом горячего прессования с использованием для пропитки древесины бакелитовых жидких смол, эпоксидно-феноловых лаков, используют стеклоткань, пропитанную фенолформальдегидом. В настоящее время наиболее широкое распространение получила влагостойкая фанера, выпускаемая толщиной 18...22 мм. Для покровного слоя используют стеклопластики, слоистые пластики, винипласты.

Находят применение пластмассовые опалубки, особенно армированные стекловолокном. Они обладают высокой прочностью при статической нагрузке, химически совместимы с бетоном. Опалубки из полимерных материалов отличаются небольшой массой, стабильностью формы и устойчивостью против коррозии. Возможные повреждения легко устраняются нанесением нового покрытия. Недостаток пластмассовых опалубок — их несущая способность резко снижается при термообработке с повышением температуры до 60°С.

Появились комбинированные опалубки, когда на металлическую палубу наносится листовой полипропилен. Использование композитов с токопроводящим наполнителем позволяет получать греющие покрытия с регулируемыми режимами теплового воздействия на бетон.

20.2. Основные типы опалубок

Опалубку классифицируют по функциональному назначению в зависимости от типа бетонируемых конструкций:

- для вертикальных поверхностей, в том числе стен;
- для горизонтальных и наклонных поверхностей, в том числе перекрытий;
- для одновременного бетонирования стен и перекрытий;
- для бетонирования комнат и отдельных квартир;
- для криволинейных поверхностей (используется в основном пневматическая опалубка).

Для бетонирования стен применяют опалубку следующих видов: мелкощитовую, крупнощитовую, блок-формы, блочную и скользящую.

Для бетонирования перекрытий используют мелкощитовую опалубку с поддерживающими элементами и крупнощитовую, в которой опалубочные поверхности составляют единый опалубочный блок, целиком переставляемый краном.

Для одновременного бетонирования стен и перекрытий или части здания используют объемно-переставную опалубку. Для этих же целей применяют горизонтально перемещаемую, в том числе катучую, опалубку, которая может быть использована для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностей.

Разборно-переставная мелкощитовая опалубка состоит из набора элементов небольшого размера площадью до 3 $м^2$ и массой до 50 кг, что позволяет устанавливать и разбирать их вручную. Из элементов опалубки можно собирать крупные панели и блоки, монтируемые и демонтируемые краном без разборки на составляющие элементы. Опалубка унифицирована, применима для самых разнообразных монолитных конструкций с постоянными, переменными и повторяющимися размерами. Наиболее целесообразно использовать опалубку для бетонирования неунифицированных конструкций небольшого объема.

Крупнощитовая опалубка состоит из крупноразмерных щитов и элементов соединения. Щиты опалубки воспринимают все технологические нагрузки без установки дополнительных несущих и поддерживающих элементов. Опалубку применяют для бетонирования протяженных стен, перекрытий и туннелей. Размер щитов равен размеру бетонируемой конструкции: для стен — ширина и высота помещения, для перекрытия — ширина и длина этого перекрытия. В случае бетонирования перекрытий большой площади, когда не представляется возможности уложить и уплотнить бетон конструкции в течение одной смены, перекрытие разбивают на карты. Размеры карты задают технологическим регламентом, на их границах устанавливают металлическую сетку толщиной 2...4 мм с ячейками 10 × 10 мм для обеспечения достаточного сцепления с последующими картами. Крупнощитовая опалубка рекомендуется для зданий с монолитными стенами и перегородками, сборными перекрытиями. Разборно-переставная крупнощитовая опалубка применяется также для бетонирования конструкций переменного поперечного сечения (силосы, дымовые трубы, градирни).

Блочная опалубка — это объемно-переставная опалубка, предназначенная для возведения одновременно трех или четырех стен по контуру ячейки здания без устройства перекрытия. Опалубку монтируют из отдельных блоков с зазорами, равными толщине возводимых стен.

Для зданий с монолитными наружными и внутренними несущими стенами и сборными перекрытиями рекомендуется комбинированный вариант: для наружных поверхностей стен — крупнощитовая опалубка, а для внутренних поверхностей и стен — блочная, вертикально перемещаемая и извлекаемая опалубка.

Блок-формы представляют собой пространственные замкнутые блоки: неразъемные и жесткие, выполненные на конус, разъемные или раздвижные (переналаживаемые). Блок-формы применяют для бетонирования замкнутых конструкций относительно небольшого объема не только для вертикальных, но и для горизонтальных поверхностей. Кроме этого они используются для объемных элементов стен, лифтовых шахт, отдельно стоящих фундаментов, колонн и т. д.

Объемно-переставная опалубка состоит из секций П-образной формы и представляет собой горизонтально извлекаемый крупноразмерный блок, предназначенный для одновременного бетонирования стен и перекрытий. При распалубке секции сдвигают (сжимают) внутрь и выкатывают к проему для последующего извлечения краном. Эту опалубку используют для бетонирования поперечных несущих стен и монолитных перекрытий жилых и гражданских зданий. Данный тип продольно перемещаемой опалубки нашел применение в зданиях с монолитными продольными несущими стенами и перекрытиями из монолитного железобетона.

Для зданий с простой конфигурацией в плане, большой площадью этажа, плоскими поверхностями фасадов рекомендуются объемно-переставные опалубки — туннельная, вертикально и горизонтально перемещаемые опалубки.

Туннельная опалубка — объемно-переставная опалубка, предназначенная для одновременного возведения двух поперечных и одной продольной стены здания и перекрытия над этими стенами. Туннель может быть образован из двух противостоящих полутуннелей путем соединения их горизонтальных и вертикальных щитов с помощью быстроразъемных замков. Опалубка туннельного типа наиболее часто применяется для зданий с монолитными внутренними стенами, монолитными перекрытиями и навесными фасадными панелями.

Горизонтально перемещаемая опалубка предназначена для бетонирования горизонтально протяженных конструкций и сооружений, а также конструкций замкнутого сечения с большим периметром.

Скользящая опалубка применяется для бетонирования стен высоких зданий и сооружений. Она представляет собой пространственную опалубочную форму, установленную по периметру стен и поднимаемую гидродомкратами по мере бетонирования.

Для зданий точечного (башенного) типа большой этажности и с простой внутренней планировкой рекомендуется вертикально извлекаемая опалубка блочного типа или скользящая опалубка.

Пневматическая опалубка — гибкая, воздухонепроницаемая оболочка, раскроенная по габаритам сооружения. Устанавливают опалубку в рабочее положение, создают внутри избыточное давление воздуха или другого газа и бетонируют. Применима такая опалубка для бетонирования сооружений относительно небольшого объема и криволинейных очертаний.

Несъемная опалубка используется для возведения конструкций без распалубливания, создания облицовки, а также тепло- и гидроизоляции.

При бетонных работах применяют следующие вспомогательные элементы опалубочных систем.

Навесные подмости — специальные подмости, навешиваемые на стены со стороны фасадов с помощью кронштейнов, закрепленных в отверстиях, оставленных при бетонировании стен.

Выкатные подмости — подмости, предназначенные для выкатывания по ним туннельной опалубки или опалубки перекрытий при их демонтаже.

Проемообразователи — специальная опалубка, предназначенная для формирования в монолитных конструкциях оконных, дверных и прочих проемов.

Основные направления повышения технологичности монолитных конструкций и снижения трудозатрат на выполнение комплекса бетонных работ:

- переход на высокоподвижные и литые бетонные смеси с химическими добавками, что снижает до минимума трудозатраты на транспортирование, укладку и уплотнение бетона — снижение ручного труда с 35 до 8%, и одновременно с повышением интенсивности бетонирования значительно снижается относительная себестоимость укладки бетонной смеси;
- использование армокаркасов полной готовности, переход от сварных соединений к механическим стыкам — снижение трудоемкости в 1,5...2 раза;
- применение инвентарной, быстроразъемной опалубки модульных систем со специальным полимерным антиадгезионным покрытием, исключающим затраты по очистке и смазке палубы;
- использование опалубочных систем непрерывного бетонирования, применение несъемных опалубок, снижающих или исключающих трудозатраты на их демонтаж.

Если принять общую трудоемкость возведения монолитных железобетонных конструкций за 100%, то трудозатраты на выполнение опалубочных работ составляют примерно 45...65%, арматурных — 15...25% и бетонных — 20...30%.

Глава 21

КОМПЛЕКСНОЕ ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ

21.1. Состав комплексного процесса

Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций состоит из технологически связанных и последовательно выполняемых простых процессов:

- установки опалубки и лесов;
- монтажа арматуры;
- монтажа закладных деталей;
- укладки и уплотнения бетонной смеси;
- ухода за бетоном летом и интенсификации его твердения зимой;
- распалубливания;
- часто присутствует монтаж сборных конструкций.

Время, необходимое для набора бетоном распалубочной прочности, входит в общий технологический цикл.

Состав простых процессов, их трудоемкость и очередность выполнения зависят от вида и специфики возводимых монолитных конструкций, применяемых механизмов и типов опалубки, технологических и местных особенностей производства работ.

Каждый простой процесс выполняют специализированные звенья, которые объединены в комплексную бригаду. Сооружение разбивают по высоте на ярусы, в плане — на захватки, что необходимо для организации поточного производства работ.

Разбивка на ярусы — высотная разрезка, обусловленная допустимостью перерывов в бетонировании и возможностью образования температурных и рабочих швов. Так, одноэтажное здание обычно разбивают на два яруса: первый — фундаменты, второй — все остальные конструкции каркаса. В многоэтажном здании за ярус принимают полностью этаж с перекрытиями. Высота яруса более 4 м нежелательна, так как при большой высоте и интенсивном бетонировании увеличивается боковое давление на опалубку от укладываемой бетонной смеси.

Разбивка на захватки — горизонтальная разрезка, которая предполагает:

- равновеликость по трудоемкости каждого простого процесса, допустимое отклонение не более 25%;
- минимальный размер захватки (рабочего участка) — работа звена на протяжении одной смены;
- размер захватки, увязанный с величиной блока, бетонируемого без перерыва или с устройством рабочих швов;
- число захваток на объекте, равное или кратное числу потоков.

Переход звена рабочих с одной захватки на другую среди смены нежелателен. Размер захваток обычно соответствует длине секции здания или должен включать целое число конструктивных элементов — фундаментов, колонн, других конструкций, или определяется по границам участков, намеченных для устройства рабочих и температурных швов.

Для четкой организации выполнения комплексного процесса бетонных работ поточным способом необходимо:

- определить трудоемкость каждого процесса;
- разделить объект на ярусы и захватки, близкие по трудоемкости для каждого процесса, достаточные для работы звена в течение смены;
- установить ритм потока и общий оптимальный срок работ;

- определить и подобрать оптимальное оборудование для подачи на рабочее место опалубки, арматуры и бетонной смеси;
- определить необходимую численность рабочих, исходя из трудоемкости отдельных процессов, принятого ритма потока и провести комплектацию звеньев и бригад;
- составить календарный (посменный) график комплексного процесса.

Возможны варианты с объединением потоков. Так, часто в одном потоке устанавливают опалубку и сразу монтируют в нее арматуру. Возможно и разъединение, когда в самостоятельные потоки выделяют бетонирование стен и перекрытий и связанные с этим процессы.

В комплексном процессе возведения монолитных конструкций ведущим процессом является бетонирование. Этот процесс состоит из связанных операций по транспортированию, подаче на рабочее место, приемке и уплотнению бетонной смеси. Бетонирование влияет на сроки выполнения опалубочных и арматурных работ, которые находятся в тесной технологической зависимости от него. Поэтому для обеспечения ритмичного потока при разной трудоемкости разнородных процессов принимают одинаковую продолжительность работ (продолжительность бетонирования) при различном численном составе звеньев для каждого из них.

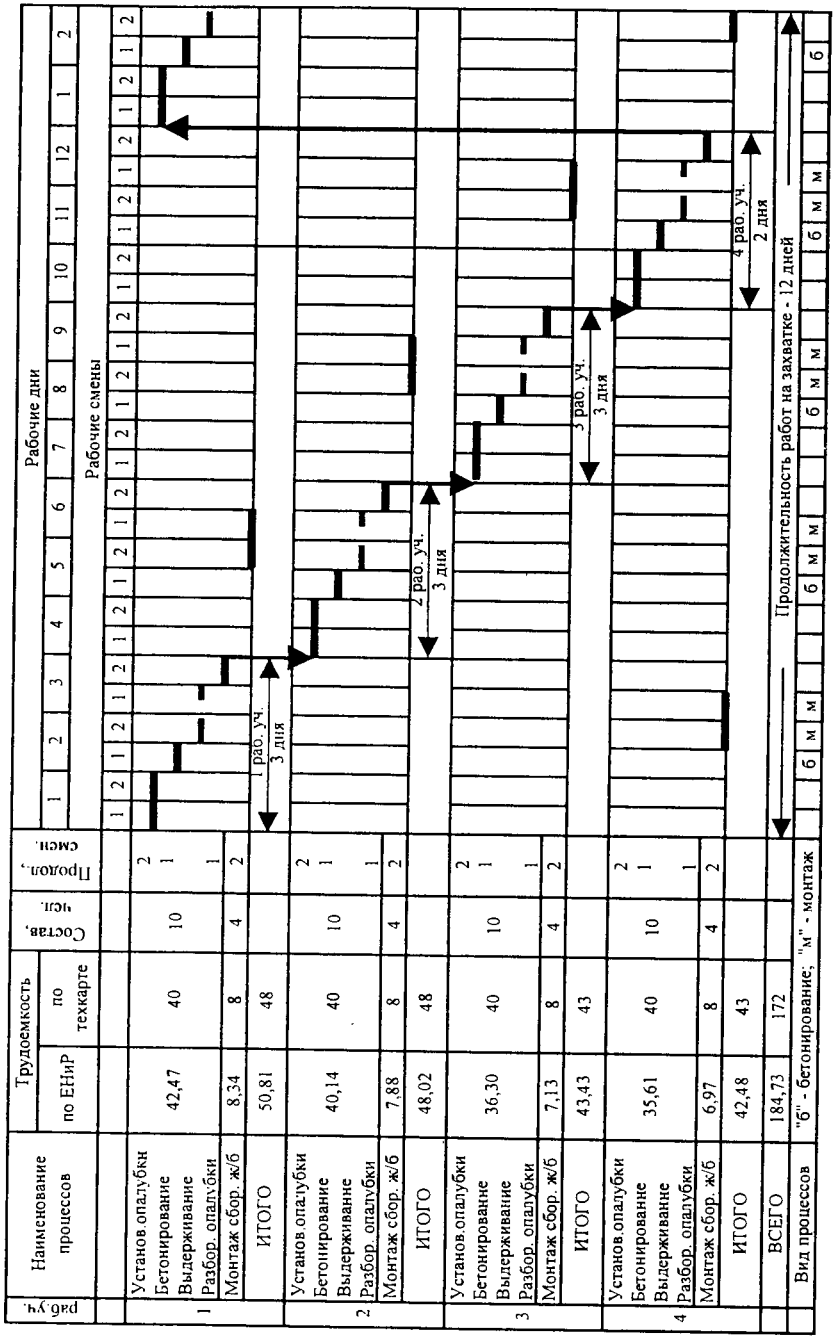
Желательно разработать несколько возможных вариантов технологии работ и принять вариант с оптимальными технико-экономическими показателями. При проектировании производства работ следует, по возможности, предусматривать выполнение процессов по бетонированию и монтажу конструкций в первую смену.

Основной принцип проектирования работ: сколько процессов столько и захваток (рабочих участков, блоков бетонирования). В табл. 21.1 приведен график производства работ по возведению этажа многоэтажного жилого односекционного дома с монолитными стенами и сборными перекрытиями. При проектировании работ предусмотрено объединение всех строительных процессов в четыре комплексных процесса, разбивка этажа-захватки на 4 рабочих участка с приблизительно равными объемами работ (в пределах 25% трудоемкости), сокращение потребности в опалубке также в 4 раза — до объема бетонирования на одном рабочем участке.

При проектировании графика производства работ учитывали, что работы будет выполнять комплексная бригада в две смены, бетонирование — только в первую смену. Монтаж будет проводиться в «окно», когда по технологии на соседнем

Таблица 21.1. **График производства работ (сборно-монолит), 1 комплект, 12 дн.**

раб.уч.	Наименование процессов	Трудоемкость по ЕНиР	Трудоемкость по техкарте	Состав. зв.	Продол., смен.
1	Установ.опалубки	42,47	40	10	2
	Бетонирование				1
	Выдерживание				
	Разбор. опалубки				1
	Монтаж сбор. ж/б	8,34	8	4	2
	ИТОГО	50,81	48		
2	Установ.опалубки	40,14	40	10	2
	Бетонирование				1
	Выдерживание				
	Разбор. опалубки				1
	Монтаж сбор. ж/б	7,88	8	4	2
	ИТОГО	48,02	48		
3	Установ.опалубки	36,30	40	10	2
	Бетонирование				1
	Выдерживание				
	Разбор. опалубки				1
	Монтаж сбор. ж/б	7,13	8	4	2
	ИТОГО	43,43	43		
4	Установ.опалубки	35,61	40	10	2
	Бетонирование				1
	Выдерживание				
	Разбор. опалубки				1
	Монтаж сбор. ж/б	6,97	8	4	2
	ИТОГО	42,48	43		
	ВСЕГО	184,73	172		
	Вид процессов	"б" - бетонирование; "м" - монтаж			



участке только контролируется процесс набора прочности бетона. Предусмотрено, что на выдерживание бетона стен достаточно суток до распалубливания в летнее время, но не менее двух суток до укладки сборных конструкций. Сам монтаж желательно отодвинуть по времени и осуществлять перед установкой опалубки стен на этом рабочем участке, но на очередном этаже (ярусе). Продолжительность работ на одном участке принимают от начала установки опалубки стен на этом участке до начала установки опалубки стен на соседнем, продолжительность составит при одном комплекте опалубки 4 и 3 дня, при двух комплектах — 2; 1,5 и 1 день. При таком ритме продолжительность работ на захватке предусматривается при одном комплекте 16 и 12 дней, при двух комплектах — соответственно 8; 6 и 4 дня.

Применение комплекта опалубки из расчета на два рабочих участка предусмотрено при проектировании соответствующего графика работ (табл. 21.2). Два комплекта опалубки позволили при неизменной численности рабочих — 10 человек в смену обеспечить лучшие условия для выдерживания бетона (распалубливание через двое суток), цикл работ на захватке сокращается с 12 до 8 дней, бетонирование и монтаж можно осуществлять только в первую смену.

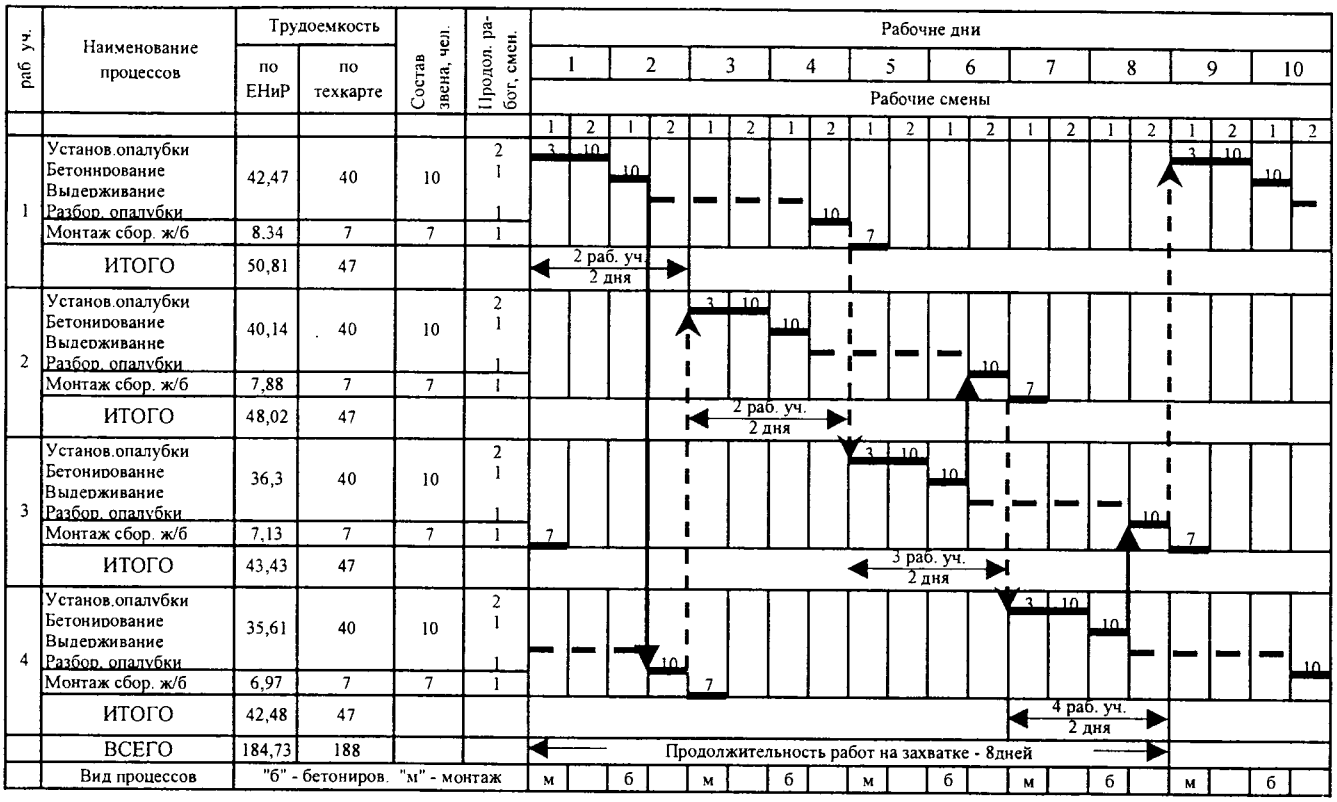
График производства работ по возведению типового этажа монолитного здания при комплекте опалубки на один рабочий участок приведен в табл. 21.3. Все строительные процессы на этаже разбиты на 8 комплексных:

1) монтаж опалубки стен и установка арматурных каркасов;
2) бетонирование стен;
3) выдерживание и контроль за набором прочности бетона стен;
4) разборка опалубки стен, ремонт, при необходимости смазка;
5) установка опалубки перекрытий, укладка арматурных сеток и каркасов;
6) бетонирование перекрытий;
7) выдерживание и контроль за набором прочности бетона перекрытий;
8) разборка опалубки перекрытий, ремонт, смазка.

Увязка процессов во времени, обеспечение возможности выполнять необходимые последовательные процессы в пределах трех рабочих участков позволяют:

- обеспечить выполнение всего комплекта работ на этаже за 12 дней при ритме 3 дня на один рабочий участок;

Таблица 21.2. **График производства работ (сборно-монолит), 2 комплекта, 8 дн.**



раб. уч.	Наименование процессов	Трудоемкость по ЕНиР	Трудоемкость по техкарте	Состав звена, чел.	Продол. работ, смен.
1	Установ.опалубки Бетонирование Выдерживание Разбор. опалубки	42,47	40	10	2 1 1
	Монтаж сбор. ж/б	8,34	7	7	1
	ИТОГО	50,81	47		
2	Установ.опалубки Бетонирование Выдерживание Разбор. опалубки	40,14	40	10	2 1 1
	Монтаж сбор. ж/б	7,88	7	7	1
	ИТОГО	48,02	47		
3	Установ.опалубки Бетонирование Выдерживание Разбор. опалубки	36,3	40	10	2 1 1
	Монтаж сбор. ж/б	7,13	7	7	1
	ИТОГО	43,43	47		
4	Установ.опалубки Бетонирование Выдерживание Разбор. опалубки	35,61	40	10	2 1 1
	Монтаж сбор. ж/б	6,97	7	7	1
	ИТОГО	42,48	47		
	ВСЕГО	184,73	188		
	Вид процессов	"б" - бетониров. "м" - монтаж			

Рабочие дни: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Рабочие смены: 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2

2 раб. уч. 2 дня

2 раб. уч. 2 дня

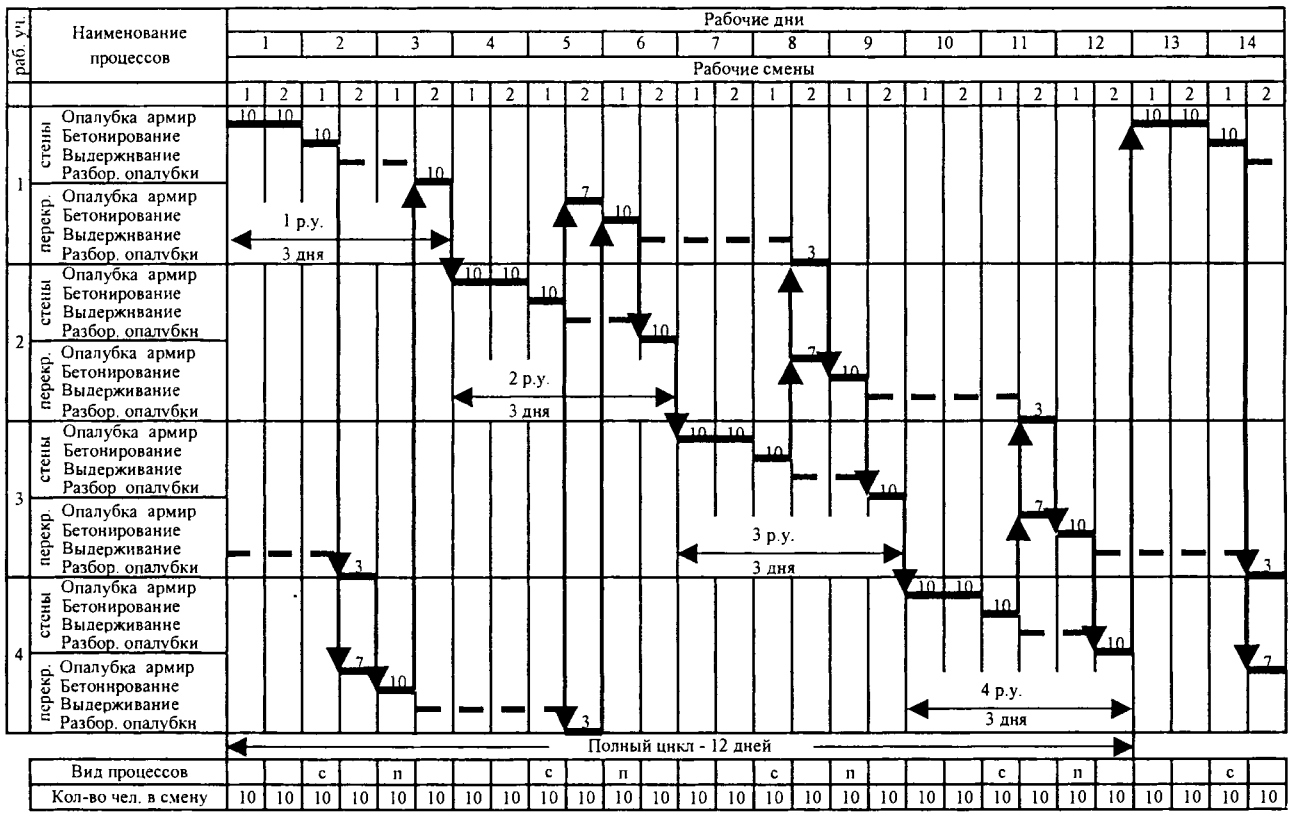
3 раб. уч. 2 дня

4 раб. уч. 2 дня

Продолжительность работ на захватке - 8дней

м б м б м б м б м б

Таблица 21.3. **График производства работ (монолит), 1 комплект, 12 дн.**



раб. уч.		Наименование процессов
1	стены	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
	перекр.	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
2	стены	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
	перекр.	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
3	стены	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор опалубки
	перекр.	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
4	стены	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубки
	перекр.	Опалубка армир Бетонирование Выдержнвание Разбор. опалубкн

Рабочие дни: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Рабочие смены: 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2

1 р.у. 3 дня

2 р.у. 3 дня

3 р.у. 3 дня

4 р.у. 3 дня

Полный цикл - 12 дней

Вид процессов		с	п	с	п	с	п	с	п	с
Кол-во чел. в смену	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10

• организовать совмещение и параллельное выполнение отдельных процессов на соседних участках, не меняя при этом состава комплексной бригады: ежесменная потребность в рабочих 10 человек;

• в предусмотренные сроки выдерживания бетона до снятия опалубочных щитов (сутки для стен и двое суток для перекрытий) без применения источников интенсификации твердения бетона набирать в летних условиях распалубочную прочность.

После бетонирования участка перекрытия до возвращения рабочих на этот участок для установки опалубки стен следующего яруса проходит 7,5 сут., этого времени достаточно для набора бетоном 70% марочной прочности.

Удобным для проектирования и организации производства работ является модульный цикл в два дня. За этот отрезок времени бригада рабочих за одну смену разбирает опалубку на рабочем участке и при необходимости ее ремонтирует; за две рабочие смены (в течение дня) устанавливает опалубку и арматурные каркасы на соседнем участке, где в первую смену следующего дня будет осуществлять бетонирование. Следующие четыре смены на этом участке выдерживают бетон, бригада за это время на другом участке выполняет подобный комплекс процессов (установка опалубки, армирование и бетонирование). При наличии двух комплектов опалубки и при работе одной бригады цикл работ на захватке составит 16 дней, две бригады смогут за это время выполнить работы на двух этажах.

График производства работ по возведению монолитных конструкций типового этажа одной бригадой приведен в табл. 21.4. Наличие двух комплектов опалубки позволяет обеспечить следующую последовательность выполнения процессов:

1) на первом участке устанавливают опалубку стен и арматуру;

2) в процессе набора прочности бетона стен на первом участке бригада переходит на четвертый, разбирает опалубку перекрытий, на третьем участке устанавливает опалубку стен и укладывает арматуру;

3) в процессе набора прочности бетона стен на третьем участке бригада возвращается на первый участок, где разбирает опалубку стен, устанавливает опалубку и арматуру перекрытий, бетонирует это перекрытие и т. д.

Основные достоинства данного решения — работает одна бригада в постоянном ритме двое суток, бетонирование осуществляют только в первую смену, для стен и перекрытий на каждом участке срок набора прочности до загружения составляет 16 сут.

Таблица 21.4. **График производства работ (монолит), 2 комплекта, 16 дн.**

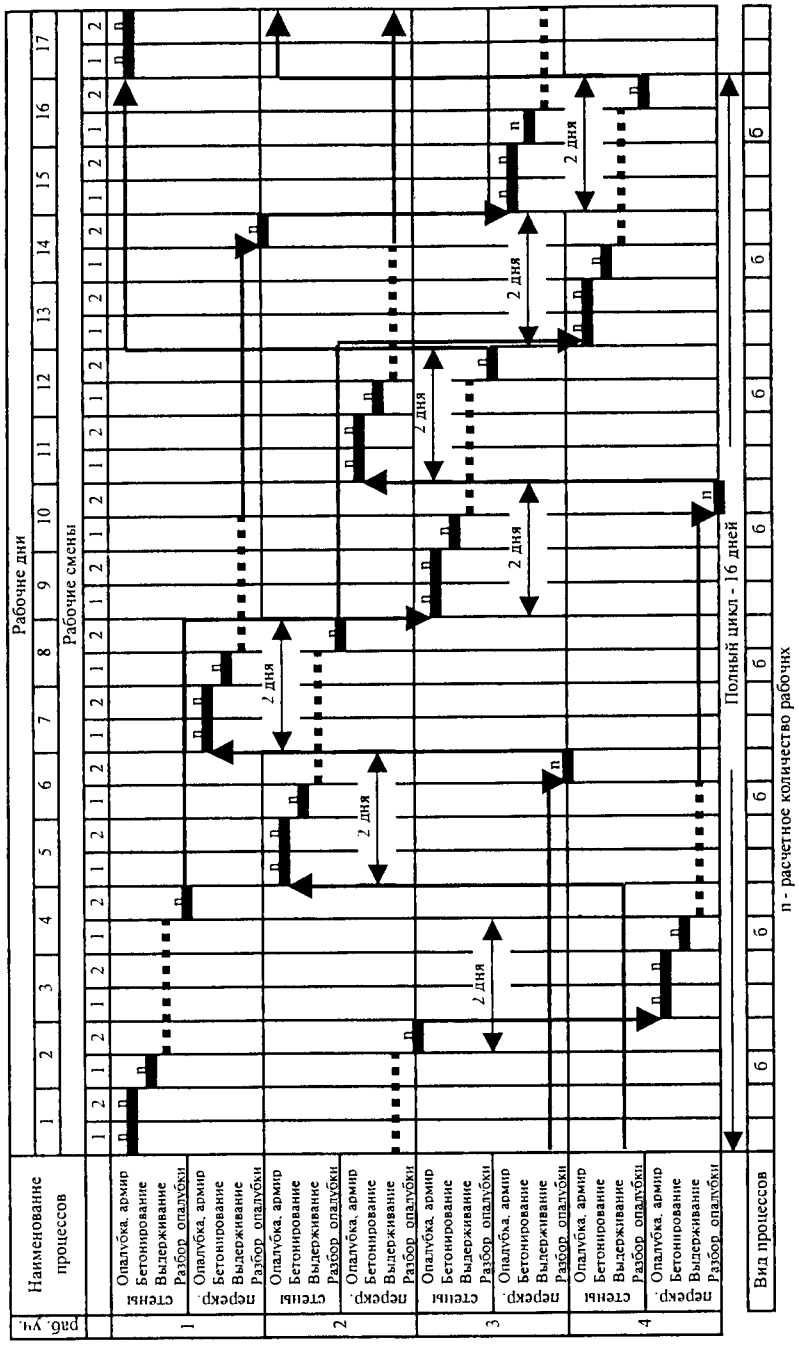


График производства работ для того же ритма в двое суток, выполнения всего комплекса работ на этаже за 8 сут при работе двух бригад приведен в табл. 21.5. Отличительные особенности организации работ при разбивке захватки на четыре рабочих участка:

- первая бригада рабочих обслуживает рабочие участки № 1 и 2, вторая — участки № 3 и 4;
- предусматривается перемещение освободившейся опалубки с первого участка на третий и наоборот, второй комплект опалубки обслуживает рабочие участки № 2 и 4.

Недостатком принятой технологии может оказаться бетонирование стен и перекрытий одновременно на соседних участках из-за сложностей с доставкой бетона на строительную площадку и подачей ее к месту укладки. Смещение по времени на сутки работы бригад позволяет выполнять бетонирование только в первую смену.

В современных условиях с использованием универсальных опалубочных систем все шире внедряется скоростное строительство с бетонированием конструкций этажа за 6 и 4 дня. Соответствующие графики увязки во времени работ самостоятельных бригад на бетонировании стен и перекрытий представлены в табл. 21.6 и 21.7.

Исходя из темпов укладки бетона, подбирают необходимый комплект машин для этого процесса, в том же темпе следует выполнять опалубочные и арматурные процессы на принятых для них механизмах и приспособлениях. На темпы укладки бетонных смесей сильно влияет их подвижность. Применяют *литые смеси* с осадкой конуса (ОК) более 12 см (часто 14...18 см), *подвижные* с ОК = 2...12 см, *малоподвижные* с ОК = 0,5...2 см и *жесткие* с ОК = 0 см. Встречаются и *особо жесткие* смеси с показателем жесткости (ПЖ) более 200 с. При использовании литых смесей применяют безвибрационный способ бетонирования.

Для обеспечения непрерывного бетонирования при большой протяженности стен рекомендуется разделить их на участки длиной до 14...16 м с установкой на границах вертикальных разделительных рассечек из металлической многоячеистой сетки.

Конструкции многоэтажных монолитных жилых домов можно бетонировать в крупно-щитовой, объемно-переставной, скользящей и других типах опалубки. Важно, чтобы выбранный вариант позволял механизировать процесс установки и снятия опалубки.

Оптимальный вариант механизации определяют по трем основным показателям: продолжительность работы; трудоемкость работ; стоимость работ на 1 м^3 уложенного бетона.

Таблица 21.5. График производства работ (монолит), 2 комплекта, 8 дн.

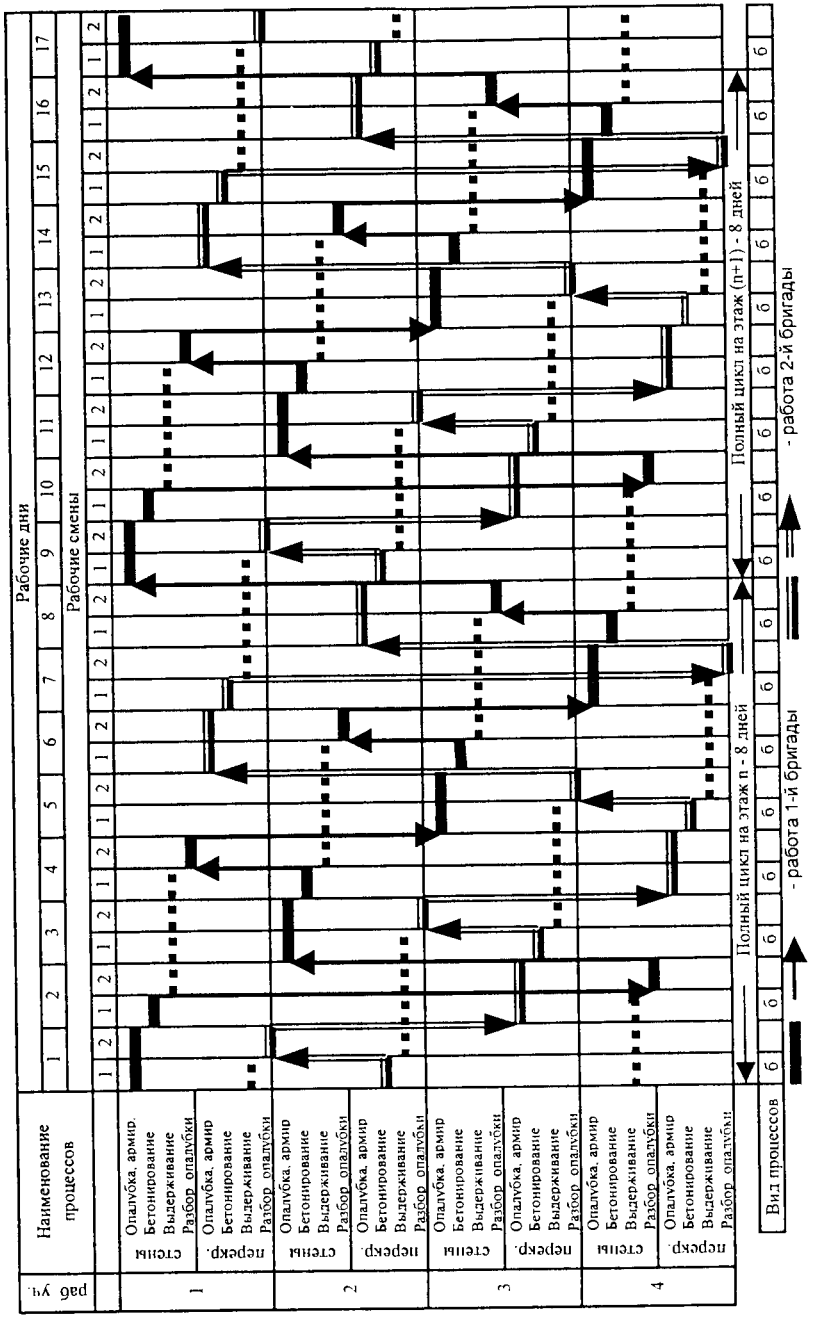


Таблица 21.6. **График производства работ (монолит), 2 комплекта, 6 дн.**

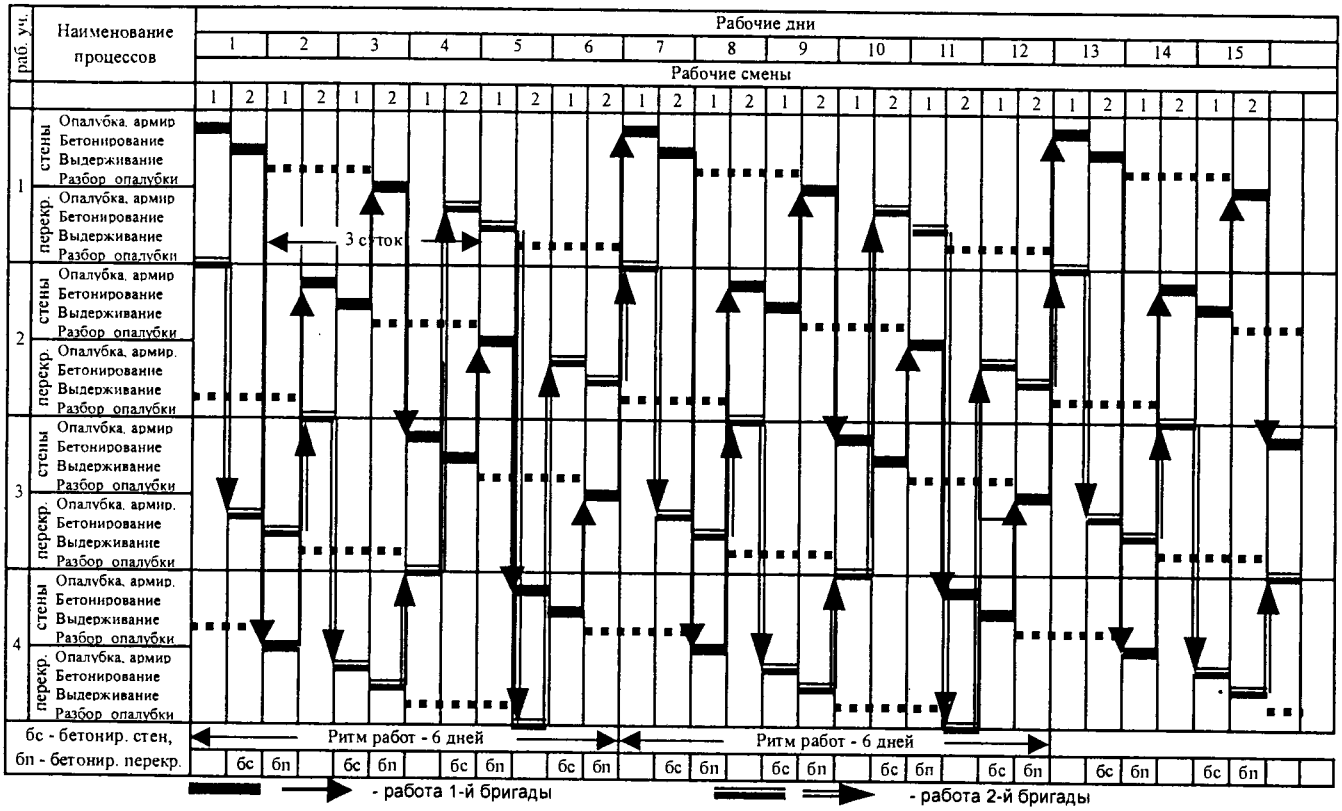
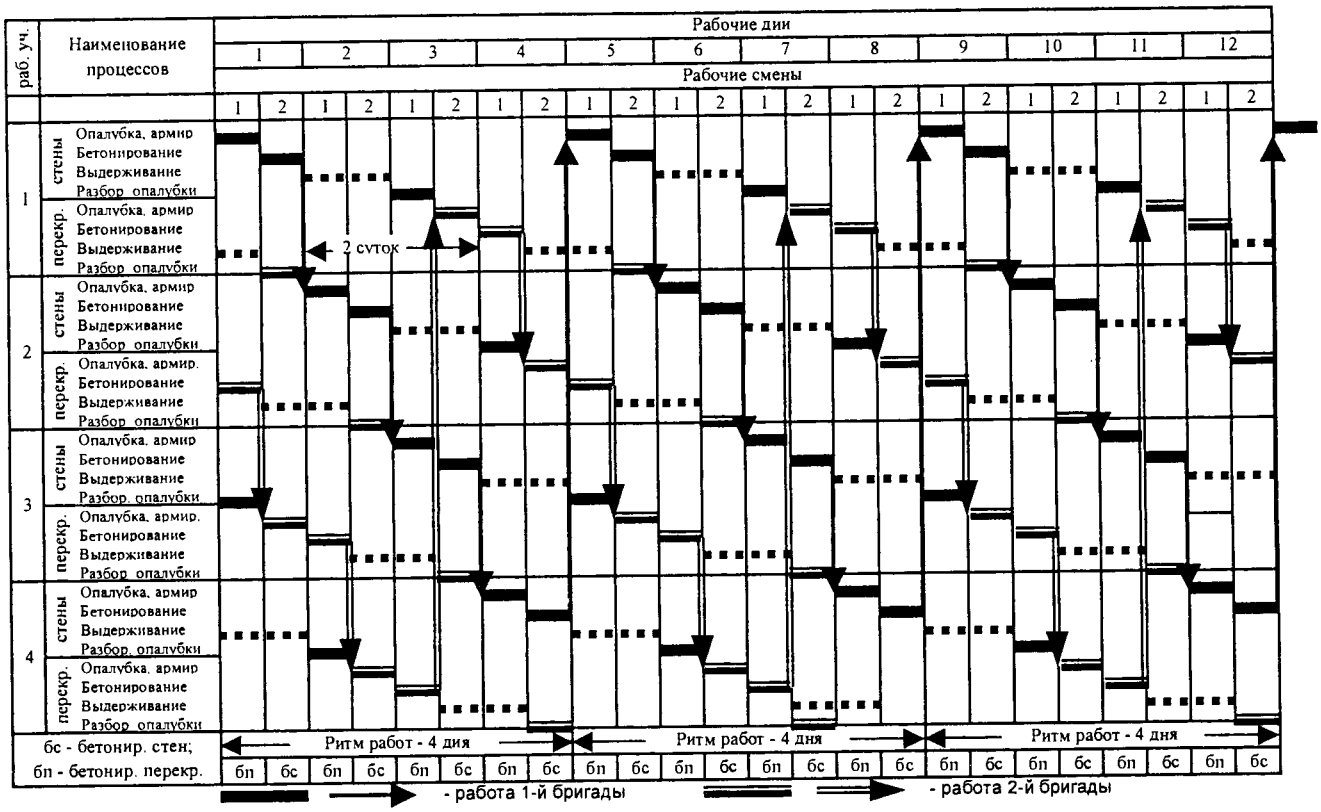


Таблица 21.7. **График производства работ (монолит), 2 бригады, 2 комплекта, 6 дн.**



В соответствии с производительностью ведущего потока (процесса) по бетонированию подбирают комплект машин для других потоков — по монтажу опалубки, установке арматуры и т. д. Нет смысла загружать строительную площадку техникой, нужно только предусматривать высокопроизводительное использование основного оборудования. Так, кран может быть задействован на всех основных процессах — подача к месту работы опалубки, арматуры, бетонной смеси, распалубливание.

Работа специализированными потоками и звеньями позволяет более рационально использовать комплект опалубки и крановое оборудование, исключить технологические перерывы, повысить ритмичность и качество работ.

Демонтаж опалубки на захватке можно осуществлять в летних условиях и зимой — после тепловой обработки — только при наборе распалубочной прочности. Демонтаж опалубки ведут в последовательности, обратной ее монтажу. Загружение распалубленных конструкций допустимо при наборе бетоном 50 кг/см^2 прочности для стен и 100 кг/см^2 — в перекрытиях.

Общая продолжительность работ по возведению железобетонных конструкций на высоту одного яруса (монолитные фундаменты, подпорные стенки, чистые полы или бетонная подготовка) или на бетонирование этажа здания:

$$T = t(m + n - 1) + t_б,$$

где T — общая продолжительность производства работ, сут; t — ритм потока, сут; m — число захваток (рабочих участков); n — число выполняемых простых процессов; $t_б$ — продолжительность твердения бетона в опалубке, сут.

Отсюда при заранее заданной продолжительности работ можно определить необходимое число захваток:

$$m = (T - t_б)/t - n + 1.$$

21.2. Механизация бетонных работ

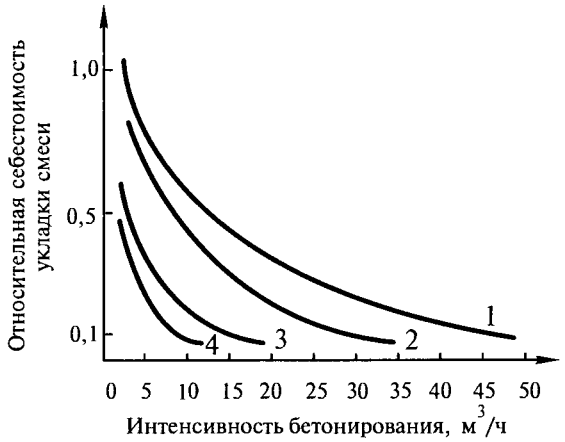
Бетонную смесь изготавливают на заводах товарного бетона. В случае когда на строительном объекте потребляется более 3000 м^3 бетона в месяц и имеется возможность устройства приобъектного бетонного завода (узла), экономически целесообразно его возведение.

Транспортировка бетонной смеси. Бетонная смесь доставляется до потребителя, т. е. в зону бетонных работ, автобетоновозами или автобетоносмесителями. Автобетоновозы — открытые самосвалы с объемом кузова 3...5 м^3 используют обычно при

расположении бетонного завода в пределах 10 мин пути до строительной площадки. Автобетоносмесители представляют собой бетонный смеситель объемом 5...8 м^3, устанавливаемый на автомобилях типа МАЗ, КамАЗ (для меньших объемов) и «Рено», «Мерседес» (для больших объемов). Отечественные автобетоносмесители выпускают с двумя режимами работы: принудительным перемешиванием бетонной смеси по команде водителя из кабины и с перемешиванием бетонной смеси только при движении автомобиля. Недостатком смесителей второго типа является ограниченная область их применения только на строительстве объектов, где бетонирование осуществляется строго по графику, в случае непредвиденного ожидания разгрузка значительно усложняется.

Укладка бетонной смеси. Бетонная смесь подается в конструкцию различными способами: по лотку, грузоподъемными механизмами, бетононасосами. Первые два способа используют при укладке до 50 м^3 бетона в смену, третий — при любых объемах, но экономически целесообразно его применение при укладке не менее 45 м^3 бетонной смеси в смену. По лотку бетонная смесь подается при возможности установки автобетоносмесителя выше уровня бетонируемой конструкции, например, при заливке фундаментной плиты и возможности заезда автомобиля на дно котлована. Лотки изготавливают из влагостойкой фанеры или металлических листов длиной до 6 м. Для подачи бетонной смеси в бадьях или бункерах используют имеющиеся и задействованные для других погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемные механизмы. В основном это самоходные и башенные краны, иногда используют приставные краны. Бадьи имеют объем 0,3...1 м^3 и для удобства подачи бетонной смеси выполнены в виде «рюмки», на которую для полного ее опорожнения устанавливают вибратор.

Наибольшее распространение при укладке бетонной смеси имеют бетононасосы. При объеме укладки до 80 м^3 бетона в смену используют отечественные или импортные автобетононасосы на базе автомобилей КамАЗ, МАЗ, «Мерседес». Автобетононасосы оснащены загрузочным бункером, насосом и раздаточной стрелой. Бетонную смесь подают в вертикальном (до 80 м) и горизонтальном (до 360 м) направлениях. При строительстве объектов с потребностью более 60 м^3 бетона в смену, а также зданий повышенной этажности (более 20 этажей) применяют стационарные бетононасосы в комплекте с раздаточными бетоноукладчиками. Бетоноукладчики, имеющие вылет стрелы до 60 м, устанавливают на смонтированные конструкции здания или вспомогательные опоры. Бункер бетононасоса соединяется с бетоноукладчиком с помощью вертика-



Р и с. 21.1. Изменение относительной себестоимости укладки бетонной смеси различными технологическими комплексами:

1 — бетононасос «Штеттер» с бетоносмесителем СБ-69; 2 — то же, АБН-60 и СБ-69; 3 — схема «кран—бадья»; 4 — ленточный бетоноукладчик ЛБУ-20 и СБ-69

льного трубопровода, по которому и поступает смесь. С одной стоянки бетоноукладчика осуществляется укладка бетона на нескольких ярусах. На следующую стоянку бетоноукладчик, масса которого составляет 1...6 т, переставляют установленным на объекте монтажным краном, бетоновод удлиняют и бетонная смесь подается на вновь возводимые ярусы здания. Для уплотнения бетонной смеси, в случае если это требуется по технологии производства работ, используют вибраторы различного назначения: для вертикальных конструкций — глубинные вибраторы, для горизонтальных — виброрейки.

Сопоставление относительной себестоимости подачи бетонной смеси в конструкции различными технологическими комплектами машин показано на рис. 21.1.

Глава 22

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНЫХ ОПАЛУБКАХ

Разборно-переставные опалубки бывают двух типов: мелкощитовые и крупнощитовые. Установку первых можно осуществлять вручную, крупнощитовая опалубка требует кранового монтажа. Современные системы опалубок применимы для бетонирования фундаментов, колонн, ригелей, стен, перекрытий и других конструктивных элементов зданий.

22.1. Опалубки стен и колонн

22.1.1. МЕЛКОЩИТОВАЯ ОПАЛУБКА

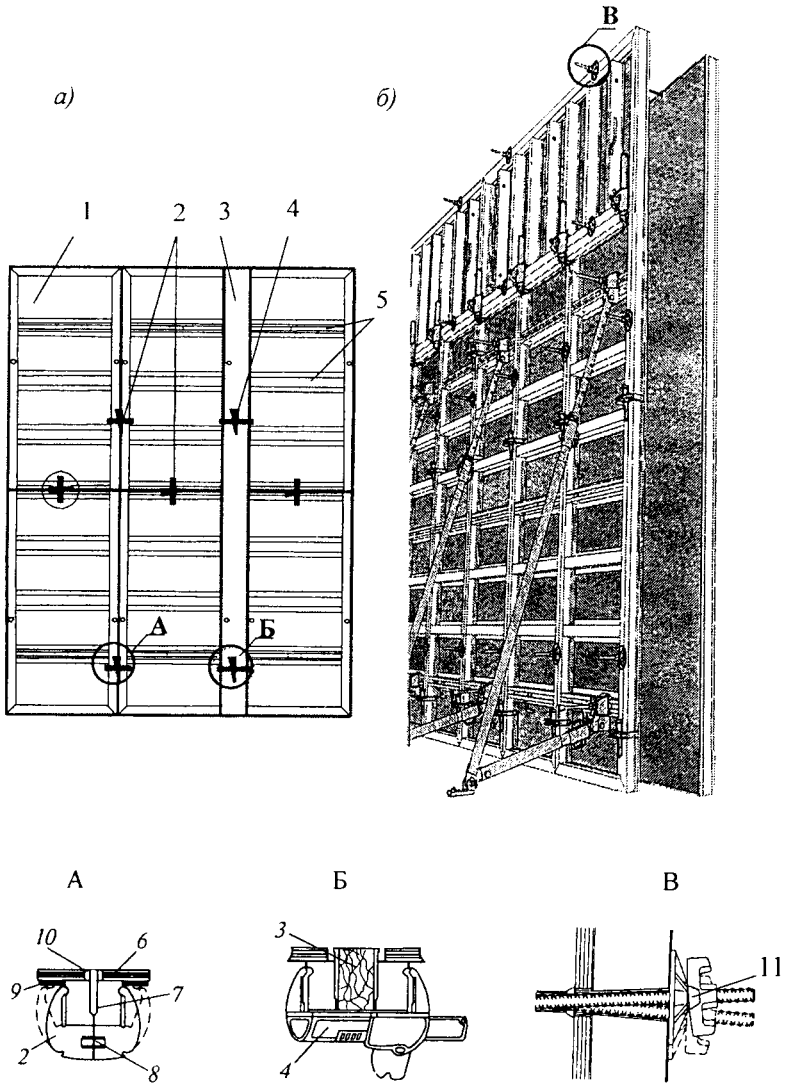
Она состоит из нескольких типов небольших по размеру щитов, выполненных из стали, фанеры, или комбинированных, а также элементов креплений и поддерживающих устройств. Щиты имеют площадь не более 3 м^2, масса одного элемента такой опалубки не должна превышать 50 кг, что позволяет при необходимости устанавливать и разбирать опалубку вручную. При этом выдерживается боковое давление бетонной смеси на опалубку до 0,6 кПа. Для использования механизмов и снижения трудозатрат щиты опалубки можно предварительно собрать в крупноразмерные плоские опалубочные панели или пространственные блоки, которые будут устанавливаться и сниматься с помощью кранов.

Мелкощитовые опалубки отличаются высокой универсальностью, их можно использовать для возведения самых различных конструкций — фундаментов, колонн, стен, балок, перекрытий. Тщательная обработка поверхности фанерной палубы дает возможность эксплуатировать ее до 200 циклов. Простота крепления опалубочных щитов к каркасу позволяет быстро заменять изношенную палубу.

Технологичность монтажа и демонтажа опалубочных систем определяется прежде всего конструкцией соединительных элементов. В отечественных опалубках применяют замковые соединения в виде муфты или металлического стержня с чекой и болтовые соединения. Такое решение замкового соединения требует больших усилий и значительных трудозатрат при разборке, а особенно при заклинивании. При укрупнительной сборке часто используют морально устаревшие болтовые соединения, зарубежный же опыт основан на исключении болтовых соединений.

Существенным недостатком мелкощитовых опалубок являются большие трудозатраты на установку и снятие опалубки, низкий уровень механизации этих процессов.

Мелкощитовая опалубка «Фрамакс» фирмы «Дока». Рамная мелкощитовая опалубка «Фрамакс» нашла широкое распространение на строительных площадках Московского региона. Опалубка предназначена для бетонирования стен, фундаментов и колонн (рис. 22.1). При едином конструктивном решении



Р и с. 22.1. Разборно-переставная опалубка фирмы «Дока»:

а — соединение щитов в опалубочную панель; *б* — соединение и раскрепление панелей опалубки; 1 — щит опалубки; 2 — замок самовыравнивающийся эксцентриковый; 3 — деревянный брус-вставка; 4 — замок самовыравнивающийся удлиненный; 5 — ребра жесткости щита; 6 — палуба из ламинированной фанеры; 7 — контурная рама щита опалубки; 8 — зажимной штырь; 9 — винт крепления палубы к раме; 10 — силиконовый шов; 11 — крыльчатая гайка стяжного стержня

она имеет ряд модификаций. При боковом давлении бетонной смеси до 80 кН/м^2 может быть использована горячеоцинкованная стальная рама. Благодаря закрытому контуру и порошкообразному покрытию поверхность конструкции легко и быстро очищается от бетонной смеси. При давлении, не превышающем 60 кН/м^2, и установке элементов вручную применяют аналогичную алюминиевую рамную опалубку «Алю-Фрамакс». Палуба для этих двух вариантов одинаковая, зажимные и крепежные приспособления и комплектующие детали те же самые.

Особенностью опалубочной системы «Фрамакс» является малое количество опалубочных элементов. Применимы три высоты: 135, 270 и 330 см, по ширине элементы имеют размеры 135, 90, 60, 45 и 30 см, или 5 типоразмеров. Конструкция элементов и их стыков позволяет располагать их как вертикально, так и горизонтально, что облегчает опалубливание поверхностей самых разных размеров. Для больших площадей опалубливания и при объединении щитов в крупнопанельную опалубку целесообразно использовать крупноразмерный щит 2,7 × 2,4 м (табл. 22.1).

Т а б л и ц а 22.1. **Применяемые рамные элементы «Фрамакс»**

Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг
0,3 × 2,7	60	0,3 × 1,35	31,1	0,3 × 3,3	76,9
0,45 × 2,7	74	0,45 × 1,35	39,3	0,45 × 3,3	95,4
0,6 × 2,7	88,5	0,6 × 1,35	47,1	0,6 × 3,3	112,8
0,9 × 2,7	116,8	0,9 × 1,35	64,8	0,9 × 3,3	156,0
1,35 × 2,7	201,2	1,35 × 1,35	101,5	1,35 × 3,3	251,5
Универсальные элементы					
2,4 × 2,7	379,0	0,9 × 2,7	141,0	0,9 × 1,35	76,2
0,9 × 0,9	60,5	0,9 × 3,3	179,5		

Палуба может быть изготовлена в нескольких вариантах — из водостойкой фанеры толщиной 21 мм, из алюминиевых и стальных оцинкованных листов, которые крепятся к каркасу сзади на винтах, что обеспечивает чистую и гладкую поверхность бетонируемой конструкции и облегчает замену палубы.

Соединение элементов опалубки между собой можно осуществлять в любом месте рамы быстро и надежно благодаря тому, что контурная рама элемента опалубки имеет специальный желоб, проходящий по внешнему профилю рамы. Для соединения двух элементов между собой применяют быстродействующие и

универсальные удлиненные (если между щитами опалубки располагается вставка) замки (зажимные приспособления), которые позволяют фиксировать соединение элементов простым ударом молотка. Фирма «Дока» использует быстроразъемные зажимные приспособления. Для восприятия горизонтального распора применяют винтовые стяжки, что обеспечивает быструю установку и снятие.

Опалубка приспособлена для возведения самых разнообразных строений, для малых и значительных высот палубы.

Удачно решено соединение щитов опалубки между собой с помощью винтовых стяжек в единую опалубочную систему. Для этого применяют анкерные стержни с винтовой нарезкой, вставляемые в специально оставленные в каркасе опалубки анкерные втулки. Закрепление и фиксация анкерных винтов происходит с помощью специальных анкерных пластин с большой площадью прилегания к поверхности и анкерных гаек, соединенных с пластинами шарнирно в единое целое. Винтовая стяжка решена таким образом, что позволяет анкерным винтам, проходя через коническую анкерную втулку, крепить элементы каркаса даже наклонно друг к другу. Конструкция анкерной пластины обеспечивает при этом жесткое прилегание к опалубке и надежное крепление анкерных гаек.

Высокопрочные рамы каркаса и жесткая конструкция палубы делают щиты устойчивыми и малодеформируемыми, что позволяет соединять противостоящие щиты опалубки с помощью всего лишь двух винтовых стяжек по высоте, обеспечивая тем самым высокую гибкость системы.

Мелкощитовая опалубка «Фрамэко» фирмы «Дока». В настоящее время фирма «Дока» рекомендует для применения улучшенную рамную опалубочную систему «Фрамэко». Стальная горячеоцинкованная рама опалубки из коробчатого профиля обеспечивает высокую прочность и жесткость, предохраняет торцы плиты опалубки от повреждений. Имеющийся желоб по внешнему профилю рамы позволяет соединять примыкающие элементы опалубки в любом месте, в вертикальном и горизонтальном положении. В качестве соединительных деталей и комплектующих элементов можно использовать изделия системы «Фрамакс». Рамные профили систем одинаковые, опалубочная плита системы «Фрамэко» стала тоньше, ее толщина 18 мм.

Несколько изменилась сетка типоразмеров элементов. Остался единственный крупноразмерный элемент 2,4 × 3,0 м массой 330 кг, остальные элементы, рассчитанные на нагрузку 60 кН/м^2, имеют три номинальных значения ширины — 1,0; 0,75 и 0,5 м и два высоты — 3,0 и 1,2 м (табл. 22.2). Для опалубки колонн разработаны специальные элементы, допускающие давление бетонной смеси до 90 кПа. Щиты опалубки имеют ширину 0,9 м и три значения высоты — 3,0; 1,8 и 1,2 м, что позволяет оптимально подогнать опалубку к необходимой высоте колонны. Удобное расположение отверстий на щитах дает возможность собирать опалубки колонны с поперечным сечением до 75 × 75 см с шагом 5 см.

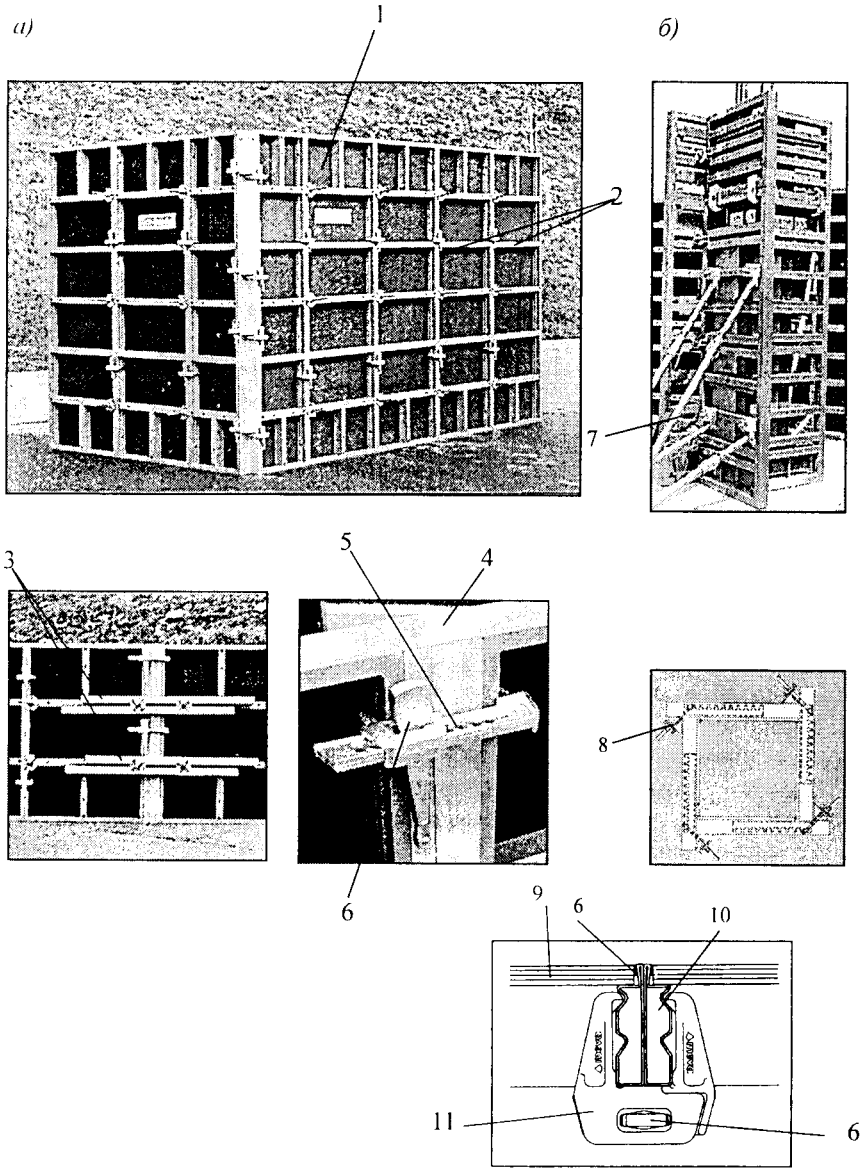
Таблица 22.2. **Применяемые рамные элементы «Фрамэко»**

Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг
1,0 × 3,0	123,3	0,75 × 3,0	99,5	0,5 × 3,0	75,5
1,0 × 1,2	54,5	0,75 × 1,2	43,5	0,5 × 1,2	32,5
Универсальные элементы					
0,9 × 3,0	102,5	0,9 × 1,8	89,5	0,9 × 1,2	48,5

Замки эксцентриковые и удлиненные позволяют быстро и жестко соединять все элементы системы. Детали каждого приспособления прикреплены друг к другу, их невозможно потерять. Они устойчивы против загрязнения. Замки соединяют соседние щиты опалубки с помощью специального штыря, который забивают в специальное отверстие замка молотком. При этом соединяемые элементы щитов опалубки стягиваются, зажимное приспособление предохраняет стык от растяжения, благодаря наличию желобов у рамы щитов они рихтуются и с наружной стороны оказываются заподлицо.

Замок удлиненный (универсальное зажимное устройство) выполнен так, что его составляющие при разъединении не теряются, он также соединяет примыкающие щиты опалубки с помощью штыря, загоняемого в специальную прорезь с помощью молотка. В отличие от замка эксцентрикового, удлиненный замок позволяет устанавливать между щитами опалубки брус или другой элемент, общая ширина стыка может доходить до 15 см.

Системы опалубки фирмы «Мева». Немецкая фирма «Мева» выпускает несколько типов опалубки, общих по решению, но отличающихся некоторыми конструктивными особенностями. Опалубочная система «Мева» предназначена для опалубливания любых горизонтальных и вертикальных строительных конструкций, как для самых мелких, так и крупных возводимых сооружений (рис. 22.2). Эта система отличается несколькими характерными и оригинально спроектированными конструктивными элементами, которые позволили ей получить заслуженное признание.



Р и с. 22.2. Мелкощитовая опалубка фирмы «Мева»:

а — общий вид стеновой опалубки в сборе; *б* — опалубка колонны; 1 — щит опалубки; 2 — ребра жесткости; 3 — выравнивающие и зажимные шины; 4 — брус-вставка; 5 — замок удлиненный; 6 — узел примыкания двух палуб щитов; 7 — подкос; 8 — стяжной элемент; 9 — палуба из фанеры; 10 — контурная рама щита опалубки; 11 — замок

Опалубочный замок обеспечивает быстрое и безопасное соединение двух щитов опалубки в горизонтальных и вертикальных конструкциях в любом месте конструктивной рамы. Замкнутые профили рам и ребер жесткости создают опалубочные соединения, успешно противостоящие нагрузкам кручения, облегчают процессы стыковки элементов, повышают безопасность строительства. Элементы функционального крепления противостоящих щитов опалубки между собой включают винтовые стяжки со специальной нарезкой, что резко снижает затраты труда и облегчает все соединения.

Специфика щитов опалубки фирмы «Мева»: все рамы щитов выполнены из стального, алюминиевого или смешанного каркаса, они сделаны из неразъемного полого профиля с выгнутым гофром и надежной защитой кромок элементов палубы. Запатентованные замковые соединения щитов опалубки подходят для всех систем фирмы «Мева» и являются силовыми, что позволяет использовать их в любом месте рамы. При накладывании замка стягиваются два щита (у них выравнивается днище) и нижние части профилей, а ударом молотка замыкаются элементы путем стягивания их в местах специального скоса. Масса замка 2,8 кг, он может быть вставлен и закреплен одной рукой. Клин в замке несъемный, что постоянно обеспечивает комплектность замка. Достоинство данного конструктивного решения опалубки — жесткость не только щитов, но и целой опалубочной панели. Конструкция опалубки позволяет устанавливать щиты не только вертикально, но и горизонтально, что сокращает их номенклатуру, а жесткость и прочность соединения щитов при этом не уменьшаются.

Щитовая опалубка «Стар тек» фирмы «Мева» (стальная рама с алюминиевыми ребрами). Опалубка типа «Стар тек» является универсальной системой; она имеет в основе стальные рамы из неразъемных полых профилей с формированным гофром. Ширина профиля 4 см, высота — 12 см, толщина профиля определена по условиям статической работы и принята до 3,6 мм. Поверхность рамы лакированная. Для уменьшения массы внутренние элементы жесткости — подкосы и распорки выполнены из алюминия и крепятся к стальной раме методом клеевого сцепления. Такое решение каркаса обеспечивает жесткость конструкции для кранового монтажа при площади щитов до 40 м^2 и позволяет осуществлять ручной монтаж отдельных элементов. Опалубка рассчитана на статическую нагрузку 70 кН/м^2. Оптимальное применение — для фундаментов и стен.

Выпускают элементы высотой 270, 135 и 90 см, ширина элементов имеет 9 типоразмеров — 270, 135, 90, 75, 55, 50, 45, 30, 25 см. Удельная масса элементов для типоразмеров 270 и 135 см составляет 55 кг на 1 м^2, для остальных элементов масса не превышает 40 кг.

В качестве палубы принята высококачественная многослойная фанера, для элементов шириной до 90 см толщина фанеры составляет 15 мм, для элементов шириной 135 и 270 см толщина фанеры увеличена до 18 мм. Фанера имеет двустороннее покрытие из синтетической смолы. Листы к раме крепятся с наружной стороны с помощью винтов с режущей кромкой, все отверстия заделывают пластмассовыми гильзами, крепление листов к раме — силиконом.

Комплектующие и замковые соединения аналогичны соединениям фирмы «Дока». Замок (зажимное приспособление) устанавливают одной рукой (можно при этом находиться на лестнице), он стягивает примыкающие щиты, при легком ударе молотком по штырю-зажиму щиты выравниваются без смещения, образуется жесткий узел. Для соединения и раскрепления щитов опалубки приняты и винтовые стяжки, для установки которых в рамах опалубки предусмотрены сквозные отверстия.

Лицензионное производство опалубки «Стар тек» осуществляется в России.

Мелкощитовая опалубка «Алу-стар» фирмы «Мева» (каркас опалубочных щитов из алюминия). Опалубка «Алу-стар» фирмы «Мева» имеет рамы, выполненные из алюминиевых неразъемных двухкамерных профилей. Ширина профиля принята равной 4 см, высота — 12 см. Толщина профиля для элементов различной площади увязана со спецификой статической работы. Рама дополнительно усилена посредством поперечного ребра, которого нет в металлическом каркасе системы «Стар тек». Поверхность профиля защищена пластмассовым напылением, что повышает его ударостойкость, устойчивость к царапинам. Расчетная нагрузка — 60 кН/м^2.

Номенклатура элементов включает две высоты — 270 и 135 см, по ширине для обеих высот приняты только 7 размеров — 90, 75, 55, 50, 45, 30 и 25 см. Максимальную массу 48 кг имеют элементы размером 270 × 90 см, для остальных элементов масса находится в пределах 30 кг на 1 м^2.

Для палубы используют многослойную высококачественную фанеру толщиной 15 см с двусторонним покрытием синтетической смолой — пластмассовым порошковым покрытием, отталкивающим бетон, что значительно снижает затраты на очистку опалубки. Фанеру крепят к раме винтами с режущей кромкой,

отверстия заделывают коническими пластмассовыми гильзами, примыкание щитов к раме предохранено силиконом.

Использованы комплектующие аналогичные комплектующим фирмы «Дока». Для соединения двух щитов между собой достаточно двух замковых соединений. Стяжки винтовые применяют для крепления всех вспомогательных элементов и для устройства распора опалубки. Также используют и ригели длиной 50 см для заключительного выравнивания установленной опалубочной панели.

Опалубка обладает значительными достоинствами. Благодаря применению двухкамерного и неразъемного профиля рама стала жесткой и прочной. Использование в каркасе рамы алюминия снизило массу изделий, все щиты можно устанавливать вручную, т. е. отсутствует крановый монтаж опалубки. Применены легкие замковые соединения. Пластмассовое покрытие палубы адгезиестойкое, ударостойкое, устойчивое к царапинам. При легком ударе молотком исключаются механические повреждения на поверхности щитов. Все это приводит к значительному сокращению времени на их очистку для повторного использования.

Мелкощитовая рамная опалубка «ЭкоАз» предназначена для опалубки фундаментов ленточного и стаканного типов и предусматривает ручную сборку. Щиты имеют высоту 2400, 1600, 1200 и 800 мм; ширину от 250 до 800 мм, максимальная масса щита составляет 60 кг, нагрузка на опалубку 50 кН/м^2.

Мелкощитовая опалубка «Расто» фирмы «Тиссен». Немецкая фирма «Тиссен» широко внедряет свои опалубочные системы. В частности, ею разработаны комплекты опалубки, взаимодополняющие друг друга, а именно, мелкощитовая опалубка «Расто», крупнощитовая опалубка «Манто» и опалубка для перекрытий «Компакт».

Опалубка «Расто» предназначена для ручной установки щитов. Она проста в использовании, прочна, выдерживает давление бетонной смеси до 60 кН/м^2, многопрофильна, может применяться в различных областях строительства.

Основной элемент — щит высотой 270 см, для высоких сооружений применимы доборные щиты высотой 150 см, шириной от 45 до 90 см с градацией через 5 см. Щиты легко комбинировать по вертикали и горизонтали, подгонка осуществляется по длине при модуле 5 см, наращивание щитов возможно как при совпадении горизонтальных швов, так и при их смещении.

Щиты опалубки системы «Расто» выполнены из горячеоцинкованной стали, элементы опалубки обладают высокой выносливостью и прочностью. Рама опалубки изготовлена из ме-

таллического профиля высотой 12 см, по периметру она имеет выступ высотой 14 мм, который предохраняет торцы палубы той же толщины со всех сторон. Рама снабжена продольными ребрами через 30 см, в зависимости от ширины щитов имеет 1...2 поперечных ребра. Наличие в определенных местах уголковых креплений обеспечивает высокую жесткость и устойчивость щитов, а применение полых профилей для рамы значительно снижает их массу. Щит размером 2,7 × 0,75 м имеет массу всего 60 кг и допускает перемещение и монтаж вручную.

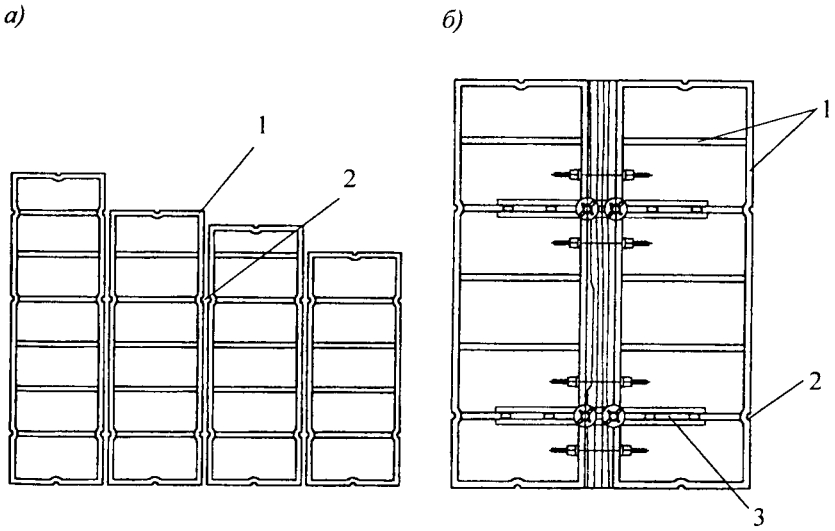
Для соединения щитов применяют универсальные замки (расто-сжимы). Замок эксцентриковый (комби-сжим) длиной 40 см соединяет два примыкающих элемента за один рабочий поворот барашка стык в стык, противодействуя растяжению, возможной вибрации и давлению бетонной смеси. Сжим не только выверяет и обеспечивает соосность щитов, жесткость стыка позволяет осуществлять крановый подъем щитов общей площадью до 40 м^2. Когда необходимо соединять «стоящие» и «лежащие» щиты или между щитами устанавливать вставку шириной до 15 см, применяют удлиненные замки (раздвижные комби-сжимы) длиной 55 см. Разработаны и специальные угловые раздвижные сжимы с люфтом до 6 см. Замковые соединения опалубки «Расто» позволяют одним движением планки зацепить зажимные колодки, обеспечивающие плотное соединение соседних щитов. Демонтаж этих клиноэксцентриковых замков прост и не требует сверхусилий. Замковые соединения располагаются при монтаже по два замка на два стыкуемых щита и позволяют легко осуществлять демонтаж без нарушения устойчивости общей системы опалубки.

Если используется не вся номенклатура изделий мелкощитовой опалубки «Расто», то применяют пятисантиметровые компенсаторы (вставки) для установки в опалубке по длине стены и в угловых частях. В комплект опалубки могут входить специальные щиты опалубки колонн, которые позволяют иметь прямоугольные и квадратные формы размерами от 15 × 15 до 55 × 55 см.

Предусмотрены винтовые стяжки для соединения щитов опалубки между собой, раскрепления опалубки колонн, стен и перегородок. Имеются распорки (втулки) разной длины для выверки щитов опалубки, обеспечения пространственной жесткости системы щитов — блока опалубки при установке и бетонировании.

Мелкощитовая опалубка фирмы «Далли». Опалубка фирмы «Далли» состоит из модульных элементов, что позволяет комплектовать опалубочную панель при вертикальном и горизонтальном расположении щитов. Основное достоинство опалубки в том, что из минимального числа элементов и оригинального крепежа можно собирать вручную опалубку самых различных горизонтальных и вертикальных конструкций. Щиты выпускают трех размеров по высоте — 264, 132 и 88 см и 10 размеров по ширине — от 75 до 20 см с градацией через 5 см. Стандартные щиты размером 264 × 75 см имеют массу 60 кг, допускается ручной монтаж элементов опалубки. На торцах каждого щита предусмотрены две приваренные шестигранные гайки для прочного штыревого соединения двух примыкающих щитов (рис. 22.3).

Рабочая поверхность опалубки представляет собой 5-слойную деревянную плиту толщиной 21 мм с двусторонней усиленной облицовкой, что позволяет при регулярной очистке и смазке применять каждый элемент опалубки не менее 350 раз. Элементы рамы щитов выполнены из листовой стали с накладками и косынками, что делает каркас достаточно жестким, но такое решение позволяет значительно снизить массу щита. Каждый щит крепится всего двумя стяжными штырями,

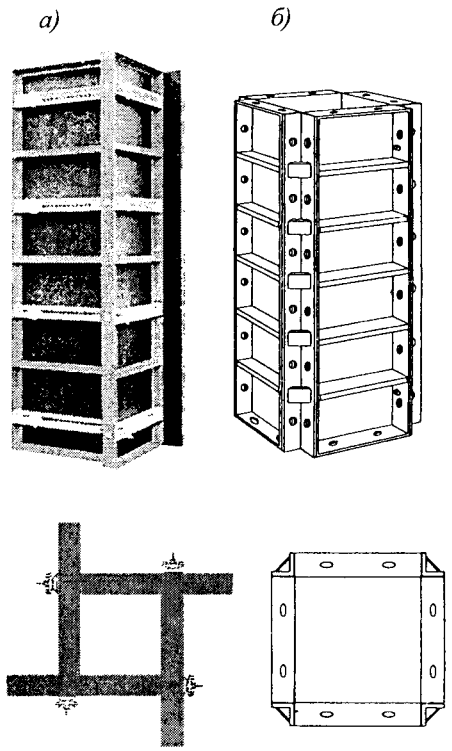


Р и с. 22.3 Мелкощитовая опалубка стен фирмы «Далли»:

а — серийные элемены; *б* — стык двух щитов; 1 — элементы жесткости щитов; 2 — паз для крепления противостоящих щитов; 3 — выравнивающая шина

окончательное закрепление — с помощью крыльчатой гайки вручную. Фирмой разработаны собственные болтовые (беззамковые) зажимы, которые вставляются в сквозное отверстие двух соседних щитов и крепко их сжимают одним ударом молотка. Если два соседних щита смещены по вертикали, то можно использовать специальную скобу, которую закрепляют в любом месте также одним ударом молотка. Такое закрепление происходит за счет двух кулачков, с помощью которых профили опалубок будут сжаты вместе. Опалубочную скобу снимают ударом молотка в обратном направлении.

Для образования угловых соединений предусмотрены наружные и внутренние уголковые элементы, позволяющие осуществлять стыкование щитов под любым углом. Разработаны специальные переставные жестяные листовые выравниватели-вставки, благодаря которым можно образовать опалубочную



Р и с. 22.4. Опалубка колонн фирмы «Далли»:

а — опалубка с креплением натяжными элементами; *б* — то же, с наружными угловыми элементами

панель точно требуемых размеров. Специфика щитов и угловых соединений позволяет применять опалубку «Далли» из стандартных элементов для стен разной толщины, высоты, различного очертания сооружения в плане.

Соединение противоположных щитов опалубки и их взаимную фиксацию можно осуществлять с помощью специальных винтовых стяжек с крыльчатой гайкой; винт стяжки пропускают через специальные половинные отверстия двух примыкающих щитов, которые предусмотрены на торцевых поверхностях опалубки.

Опалубка для колонн фирмы «Далли» разработана для 4 значений высоты элементов — 300, 264, 132 и 100 см (рис. 22.4), конструкция позволяет осуществлять наращивание щитов по высоте, размеры колонн от 10 × 10 до 80 × 80 см с шагом 2,5 см.

22.1.2. КРУПНОЩИТОВАЯ ОПАЛУБКА

Опалубка включает щиты площадью 3...20 м^2 повышенной несущей способности и применяется для конструкций с большими опалубливаемыми поверхностями. Элементы опалубки совмещают в себе палубу с поддерживающими прогонами и ребрами. Увеличение размеров щитов опалубки позволяет резко снизить трудоемкость работ по опалубливанию конструкций и более полно реализовать комплексную механизацию процессов. Крупнощитовая опалубка наиболее универсальна и мобильна в использовании и позволяет существенно улучшить качество конструкций за счет снижения числа сопряжений, при этом высоту щита принимают равной высоте яруса бетонирования.

Опалубка предназначена для возведения крупноразмерных монолитных конструкций самых разнообразных сооружений, установка и снятие опалубки осуществляется только кранами. Щиты опалубки являются самонесущими и включают палубу, элементы жесткости щита и несущие конструкции. Такие щиты оборудуют подмостями, подкосами для установки и первоначальной выверки, регулировочными домкратами.

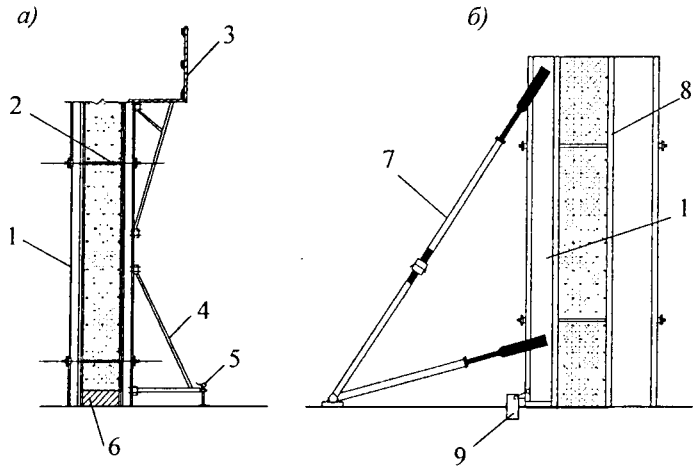
Крупнощитовая опалубка применима практически для всех конструктивных элементов зданий и сооружений: фундаментов, наружных и внутренних стен, колонн, перекрытий. Наибольшее распространение опалубка нашла при строительстве жилых и гражданских зданий.

В многоэтажном жилищном строительстве при использовании крупнощитовой опалубки предпочтительнее иметь наружные стены из сборных панелей заводского изготовления (трехслойных с эффективным утеплителем), керамзитобетонных или

из кирпича. Внутренние несущие стены выполняют из монолитного железобетона. Распространенной является конструктивная схема, при которой несущими являются железобетонные колонны при балочном или безбалочном перекрытии. Для сборных и кирпичных наружных стен целесообразно отставание монтажа на один этаж от производства бетонных работ.

В зависимости от толщины бетонируемой конструкции и требований к качеству поверхностей щит опалубки выполняют из несущего каркаса и палубы на всю плоскость опалубливания или собирают опалубочную панель из отдельных инвентарных щитов, объединяемых системой замков. Две противостоящие опалубочные панели соединяются между собой системой горизонтальных винтовых стяжек, пропускаемых через тело будущей бетонной конструкции и устанавливаемых до бетонирования. Для обеспечения устойчивости опалубки и выверки ее в проектное положение используют различные системы подкосов и раскосов, снабженные механическими винтовыми домкратами и регулировочными устройствами (рис. 22.5).

Опалубку стен устанавливают в два этапа. Сначала монтируют арматурный каркас, затем — опалубку с одной стороны стены на всю высоту этажа и на последнем этапе работ — опалубку со второй стороны. При приемке опалубки контролируют геометрические размеры, совпадение осей, вертикальность и горизонтальность опалубочных щитов, закладные детали, плотность стыков и швов.



Р и с. 22.5. Крупнощитовая опалубка стен фирмы «Мева»:

а — каркасная; *б* — каркасно-щитовая; 1 — каркас щита; 2 — стяжка винтовая; 3 — консольные подмости; 4 — подкос; 5 — механический домкрат; 6 — цоколь стены; 7 — подкос-расчалка; 8 — палуба; 9 — фиксатор

Бетонную смесь в опалубку укладывают сверху с закрепленных на ней консольных подмостей, располагаемых с наружной стороны щита. Бетонирование стен ведут участками, границами обычно служат дверные проемы. Разгрузку бункера с бетонной смесью осуществляют всегда в нескольких точках, при этом смесь в опалубку укладывается слоями толщиной 30...40 см с уплотнением глубинными вибраторами сразу при укладке. Для восприятия давления бетонной смеси при установке опалубки используют специальные инвентарные втулки, а иногда и дополнительные вкладыши. Щиты опалубки для стен и перекрытий часто выполняют на размер бетонируемой площади (ячейки здания); эта площадь не должна превышать 70 м^2.

Опалубку устанавливают в последовательности, определяемой ее конструкцией и обеспечением устойчивости отдельных элементов и опалубки в целом в процессе производства работ.

Крупнощитовая опалубка «Маммут» фирмы «Мева» (для массивных конструкций). Опалубка «Маммут» применима для всех видов строительства, но наибольшее распространение получила в жилищном строительстве.

Для расчетного давления бетонной смеси до 100 кН/м^2 разработана опалубочная система «Маммут» усиленного профиля. Рамы опалубки выполнены из высокопрочных стальных неразъемных полых профилей с формированным гофром. Высота профиля, как и в мелкощитовой опалубке, осталась прежней — 12 см, но ширина возросла до 6 см; толщина профиля у отдельных щитов достигает, по условиям статической работы, 3,8 мм. Поверхность рамы лакированная.

По высоте принято 3 размера — 300, 250 и 125 см, для каждой высоты приняты 4 значения ширины элементов — 250, 125, 100 и 75 см, но при необходимости могут быть поставлены элементы той же высоты при ширине от 60 до 25 см с шагом 5 см. Принятые типоразмеры позволяют получать опалубочную панель практически любых размеров. Предусмотрен только крановый монтаж опалубки, масса щитов в пределах 62 кг на 1 м^2. Конструктивное решение опалубки позволяет обеспечивать заданную жесткость системы даже при давлении бетонной смеси до 97 кН/м^2. Для данной опалубки приемлемо применение наружных вибраторов для пневматического уплотнения бетонной смеси.

Исходя из расчетного давления бетонной смеси используют многослойную высококачественную фанеру толщиной 21 мм, обработанную с двух сторон синтетической смолой — пластмас-

совое покрытие. Крепление к раме со стороны настила винтами с режущей кромкой отверстия заделывают пластмассовыми гильзами, соединение щитов с каркасом предохранено силиконом.

В качестве комплектующих применены по аналогии с другими системами замковые соединения — по два на элемент, универсальные замковые соединения (при необходимости стяжные винты) для крепления всех вспомогательных частей к элементам и для устройства распора опалубки. В комплекте имеются ригели для поперечного выравнивания и нивелирования поверхности.

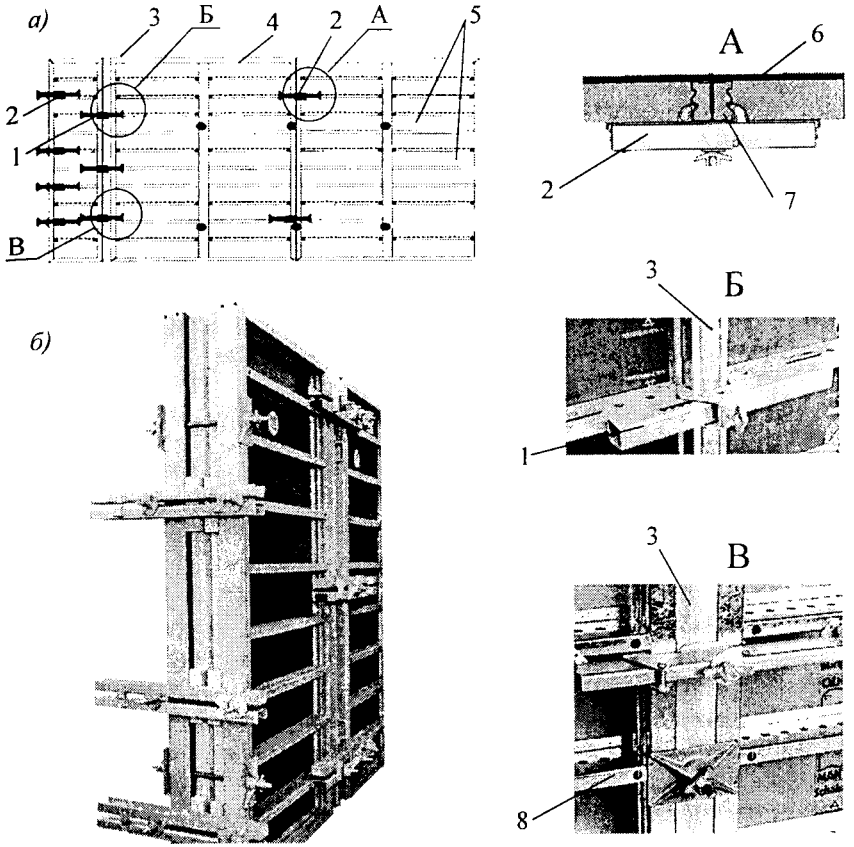
Замковые соединения можно устанавливать в любом месте рамы. Это специальные замки того же конструктивного решения, простые, надежные и удобные в обращении. Стяжки винтовые — типовые. Все комплектующие изделия достаточно долговечны благодаря горячей оцинковке.

Достоинством опалубки является допустимая высота устройства до 4,5 м без дополнительных креплений и раскосов, опалубка выдерживает скоростные режимы бетонирования.

Опалубка перекрытий «МеваДек» предусматривает четыре различных решения: система главных и вспомогательных балок с опалубочным покрытием; перехлестывающиеся поперечные балки в виде системы из деревянных брусьев с опалубочным покрытием из готовых щитов или просто ламинированной фанеры; панельная система; использование стоек с падающей головкой для упрощения распалубливания.

Крупнощитовая опалубка «Манто» фирмы «Тиссен». Крупнощитовая опалубка «Манто» предназначена для строительства крупных жилых и промышленных объектов. Разработан широкий ассортимент щитов высотой 2,7 м для жилищного и 3,3 м для промышленного и гражданского строительства. Опалубка предназначена для восприятия давления бетонной смеси до 80 кН/м^2 (рис. 22.6).

Каркас рамы состоит из оцинкованного металлического профиля сложной формы высотой 14 см, обеспечивающего высокую устойчивость на изгиб. Горячая оцинковка облегчает щиты, исключает коррозию, резко снижает адгезию каркаса. Принятые размеры рамы в сочетании с другими элементами устойчивости придают щитам особую прочность, позволяют выдерживать гидростатическое давление бетонной смеси высотой до 3,3 м. Конструкция рам, соединение их между собой самовыверяющимися замковыми соединениями создают высокую жесткость и устойчивость системы. Щиты высотой до 5,4 м могут обходиться без раскрепления подкосами.



Р и с. 22.6 Крупнощитовая опалубка стен фирмы «Тиссен»:

а — соединение щитов в опалубочную панель; *б* — соединение и раскрепление панелей опалубки; 1 — замок удлиненный для стыков с компенсатором до 5 см; 2 — самовыверяющий сжим; 3 — деревянный брус-вставка; 4 — щит опалубки; 5 — ребра жесткости щита; 6 — палуба из ламинированной фанеры; 7 — контурная рама щита опалубки; 8 — компенсационный сжим при вставке до 15 см

Рядовые щиты опалубки выпускают высотой 330, 270, 120 и 60 см и шириной от 45 до 330 см. Все щиты в любом положении комбинируются друг с другом горизонтально и вертикально, со смещением по высоте или по горизонтали. Щиты опалубки можно признать универсальными, так как имеющиеся с внутренней стороны их обрамления два функциональных желобка гарантируют оптимальное применение различных соединительных средств, разработанных разными фирмами. Все щиты имеют по контуру стальной обрамляющий профиль, ко-

торый предохраняет покрытый пластмассой многослойный щит из ценных пород древесины от ударов и повреждений.

Для соединения щитов между собой применяют специальные вырехтовочные замки-сжимы, которые обеспечивают простое, быстрое, надежное, хорошо противостоящее растяжению и вибрации соединение двух элементов. Жесткость и прочность соединения позволяют при крановом монтаже поднимать опалубочные панели площадью до 40 м^2 без дополнительного раскрепления. Кроме соединения, замки одновременно вырехтовывают и выверяют щиты. Их можно применять при смещении щитов по высоте, при их наращивании. Для соединения двух щитов опалубки максимальных размеров достаточно двух замков.

Для бетонирования ленточных и столбчатых фундаментов и колонн можно обходиться минимальным числом элементов. Для опалубливания фундаментов щиты укладывают «лежа». Для бетонирования колонн можно использовать специально разработанную опалубку, но допустимо применять обычные щиты и угловые замковые крепления.

В зависимости от давления бетона в винтовых стяжках применяют винты с нарезкой «Дивидаг» ДВ15 и ДВ20. Крупноразмерные шайбы и гайки винтовых стяжек обеспечивают хорошее распределение нагрузки, эффективное использование несущей способности винтов, надежное противостояние давлению бетонной смеси.

Разборно-переставная опалубка стен и колонн фирмы «НОЕ». Опалубочная система «НОЕ 2000» для нужд строительства выпускается четырех модификаций — основная стальная рамная опалубка (рис. 22.7) с любым требуемым покрытием, включая сталь, рассчитанная на нагрузку до 80 кН/м^2 с высотой щитов до 3,31 м и максимальной опалубочной площадью щита до 14,05 м^2; облегченная система со стальной рамой, допускающая бескрановую установку; алюминиевая опалубка, предназначенная исключительно для работ вручную, и универсальная опалубка для колонн, допускающая давление бетонной смеси до 125 кН/м^2. Опалубку для стен можно собирать в разных комбинациях при вертикальном или горизонтальном расположении щитов.

Стандартные размеры стальной рамной опалубки: ширина элементов 265; 132,5; 125; 100; 75; 50 и 25 см; высота 331; 300 и 265 см, оборачиваемость палубы 70...90 раз, стальной рамы — 500 оборотов. Для облегченной системы дополнительно применимы элементы шириной 530 и 331 см и высотой 265; 132,5 и 66 см.

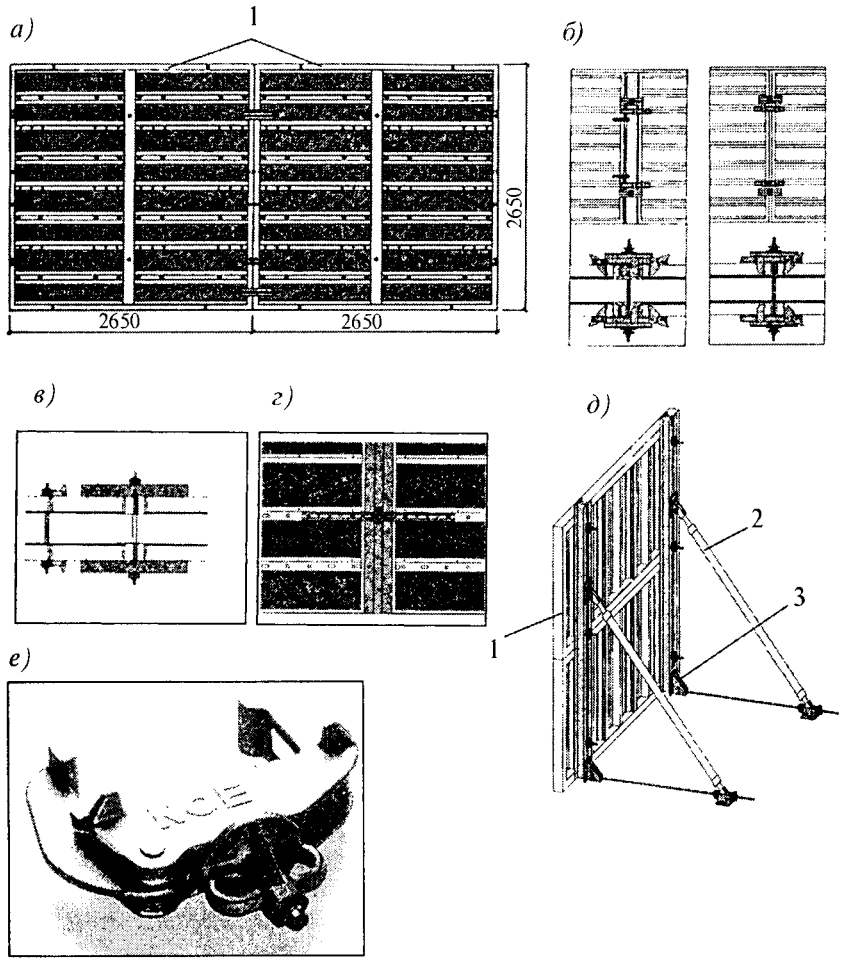


Рис. 22.7. Разборно-переставная опалубка стен фирмы «НОЕ»:

а — соединение щитов; *б* и *в* — стыки щитов с универсальным самовыравнивающимся зажимом; *г* — то же, с применением выравнивающей шины; *д* — раскрепление щита при односторонней опалубке; *е* — быстродействующий замок с баращком; 1 — опалубочный щит; 2 — распорка; 3 — нижняя опора

Покрытие щитов изготавливают всегда цельным без вставок и доборов, даже для щитов размером 265 × 530 см. В качестве палубы могут быть применены водостойкие деревоклееные трехслойные щиты толщиной 21 и 22 мм или структурная деревянная плита необходимой по расчету толщины; палубу к щитам всегда крепят с тыльной стороны. Эти достоинства

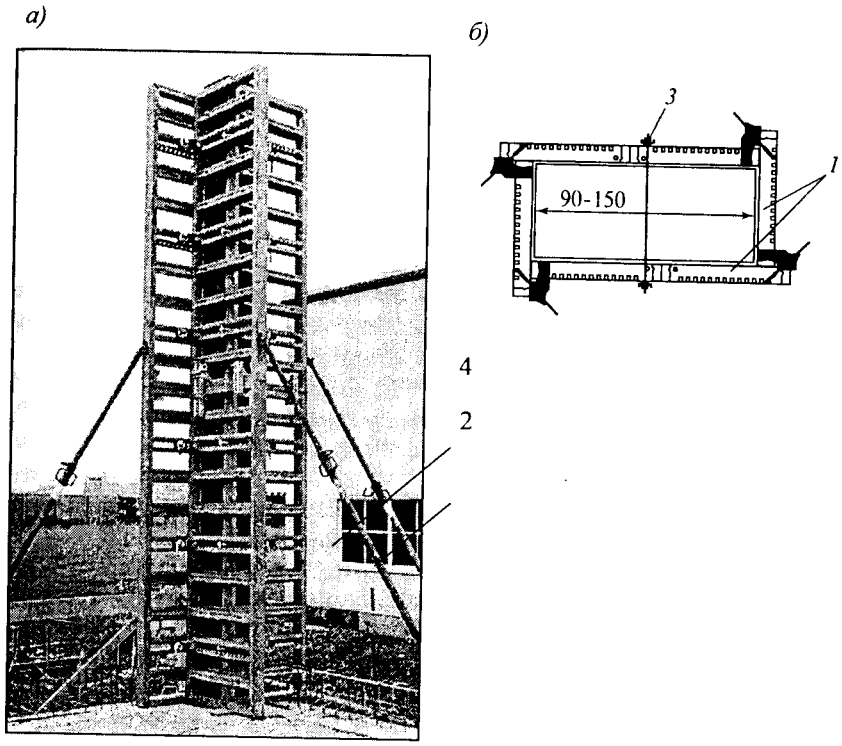
позволяют иметь высокую оборачиваемость щитов, оптимальный вид распалубленной поверхности и упрощают очистку щитов. Наиболее часто для опалубочного покрытия применяют березу в 15 слоев общей толщиной 21 мм с нанесенным двусторонним феноловым покрытием.

Внешний сплошной паз в обвязочной раме опалубочного щита позволяет осуществлять крепление щитов между собой в любом месте. Для сборки щитов в единую опалубочную панель применяют клиновидные и винтовые струбцины для обычных соединений и удлиненные струбцины для выравнивания щитов при наличии вставок шириной до 25 см, при этом прочность стыка и всей опалубочной панели не снижается. Все стальные элементы опалубок обязательно проходят горячее оцинкование, что не только улучшает внешний вид, но и повышает оборачиваемость щитов, значительно снижает адгезию с бетоном.

Чисто стальная рамная опалубка всегда громоздка и тяжела. Облегченная опалубка фирмы «НОЕ» представляет собой вариант, сочетающий экономичность и прочность стальной рамы с алюминиевыми элементами жесткости.

Алюминиевая опалубка фирмы «НОЕ» имеет 4 типоразмера по ширине — 90, 75, 50 и 25 см, два по высоте — 265 и 132,5 см, оборачиваемость щитов 60...80 раз, рамы — 400 оборотов. Палуба из водостойкой 9-слойной фанеры общей толщиной 15 мм с лицевой стороны заклепана, сверху нанесено напыление защитного слоя для облегчения распалубливания и ухода за щитами. Опалубка легкая, допускает ручную установку; при необходимости могут быть использованы в рамках системы «НОЕ 2000» щиты других типов и модификаций. Кроме этого все угловые щиты, выравнивающие вставки и другие элементы крепежа одинаковы и могут быть при необходимости использованы.

Опалубка колонн фирмы «НОЕ» состоит из четырех щитов (рис. 22.8), позволяющих плавно регулировать их ширину от 15 до 150 см, высота щитов 300, 275, 100 и 50 см, имеется возможность соединения щитов по высоте с помощью стандартных соединительных элементов. Рама опалубки полностью стальная, она прочна и долговечна, покрытие щитов по выбору из многослойной, трехслойной фанеры, досок или 4-миллиметрового стального листа. Оборачиваемость деревянного покрытия в пределах 20...30 циклов, стальной рамы, включая стальную палубу, до 400 раз. Соединение щитов на болтах или на специальных треугольных накладках.



Р и с. 22.8. Опалубка колонн фирмы «НОЕ»:

а — общий вид; *б* — конструктивное решение; 1 — щит опалубки; 2 — подкос; 3 — стяжка винтовая; 4 — стяжная муфта

Щитовая стеновая опалубка фирмы «Утинор». Французская компания «Утинор» — признанный лидер в производстве металлической опалубки. Для стен, колонн, перекрытий, лифтовых шахт и т. д. разработаны различные виды опалубки с опалубочной поверхностью в виде 4-миллиметрового стального листа, благодаря ему и жесткой раме существенно повышается прочность опалубки, нормативная оборачиваемость опалубки составляет 800 циклов. Наиболее часто применяют крупнощитовую опалубку для стен и перекрытий, туннельную опалубку.

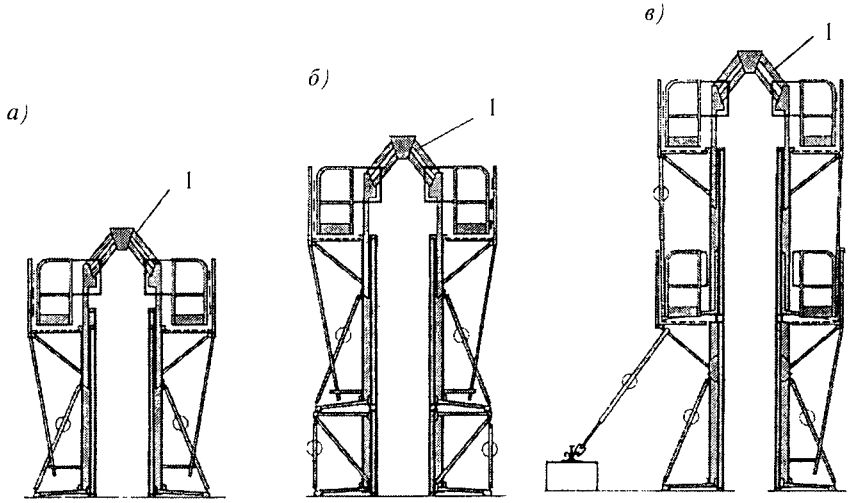
В настоящее время фирма «Утинор» производит три модели стеновой опалубки — стандартную, складывающуюся и контейнерную. Складывающаяся опалубка представляет собой промежуточное решение между стандартной щитовой и контейнерной.

Стандартная стеновая опалубка состоит из вертикальных панелей высотой 2,52; 2,60 и 2,70 м и длиной модуля 1,25 м, что

позволяет иметь элементы в наборе от 1,25 до 6,25 м. Щиты опалубки состоят из формующего металлического листа толщиной 3 или 4 мм с элементами жесткости и несущими конструкциями (фермами, балками), которые воспринимают усилия от бетонной смеси и обеспечивают необходимую устойчивость опалубки и возможность ее регулировки (рис. 22.9).

Для двустороннего формирования стен два щита опалубки фиксируются между собой в положении «лицом к лицу» с помощью подъемных «козел», благодаря которым постоянно обеспечивается устойчивость обоих щитов в течение необходимого времени. При распалубливании оба щита стропят, приподнимают подъемным краном, благодаря своей конструкции «козлы» автоматически раздвигают щиты.

При перемещении стеновой опалубки в новое рабочее положение щиты находятся в фиксированном нерабочем положении на расстоянии 1,1 м друг от друга, что позволяет устанавливать арматурные каркасы, другие закладные детали и вставки. При подготовке к бетонированию установку и закрепление щитов в проектном положении осуществляют с помощью специальных убирающихся роликов. Щиты соединяют стяжками (шпильками), причем верхняя стяжка оказывается выше уровня бетонирования, а нижняя расположена в самом



Р и с. 22.9. Стеновая опалубка фирмы «Утинор»:

а — для стандартных стен; *б* — с нижней горизонтальной вставкой 1,0 и 1,5 м; *в* — при установке стеновых панелей в два ряда по высоте; 1 — козлы для установки и перестановки опалубочной конструкции

основании стены. Никаких других неровностей и отверстий после бетонирования стены не образуется. Необходимое расстояние между щитами опалубки (толщина бетонируемой конструкции) в верхней части опалубки устанавливается и обеспечивается в процессе бетонирования конструкцией рамы «козлов», в нижней части — с помощью специальных рычажных устройств.

Каждая стеновая опалубка оснащена в основании домкратами для ее выставления на нужный уровень и двумя подъемными скобами в головной части. Несущие нагрузку от бетонной смеси вертикальные фермы на опалубке закрепляют с шагом 1,25 м (3 элемента на щит длиной 3,75 м) и имеют в основании домкрат для выставления уже всей опалубочной панели строго по вертикали. Каждый стеновой щит оборудован рабочей площадкой и лестницей.

Металлическая опалубка обладает высоким качеством формующей поверхности. Идеальная стыковка формующих поверхностей двух стеновых щитов обеспечивается специальными направляющими и соединительными рычагами и фиксирующими пальцами. Стяжки с резьбой (шпильки), распределительные пластины и крыльчатые гайки обеспечивают жесткую взаимную установку двух противоположных щитов и воспринимают давление заливаемой в опалубку бетонной смеси. На каждую стяжку надевают специальные втулки-распорки, которые жестко фиксируют изнутри расстояние между двумя противостоящими стеновыми щитами, втулки располагают под каждой фермой в нижней и верхней частях щита.

В тех случаях, когда необходимая высота возводимой бетонной стены превышает высоту стандартной стеновой опалубки, используют верхние доборные панели, вставляемые в верхней части основного щита. При высоте добора не более 0,35 м регулировку их положения осуществляют с помощью винтов, опирающихся на внутреннюю поверхность ребра жесткости опалубки; для вставок до 1 м применяют специальные стабилизаторы с регулировочными винтами. При высоте доборных элементов более 1 м используют специальные доборные фермы, соединяемые с основными несущими фермами. Все усилия от давления бетонной смеси передаются с доборных элементов на основные щиты опалубки.

Важным элементом качественного и соосного бетонирования сооружения по вертикали является бетонирование на нулевом уровне цоколей высотой 60...100 мм с выпущенной арматурой. Цоколи должны бетонироваться одновременно с плитами перекрытия над подвалом, при бетонировании пере-

крытия первого этажа должны быть забетонированы цоколи стен второго этажа.

Получаемые в результате бетонирования поверхности практически не требуют какой-либо доработки, благодаря чему значительно сокращается объем отделочных работ. Металлическая опалубка позволяет использовать оконные, дверные и другие проемообразователи, которые крепятся с помощью магнитных фиксаторов прямо на металлических щитах, что дает возможность быстро и качественно устанавливать в этих проемах оконные и дверные рамы и каркасы. Эти проемообразователи могут иметь жесткую конструкцию и изготавливаться под определенные размеры либо могут быть раздвижными и использоваться под меняющиеся размеры. Они могут сразу содержать оконные и дверные коробки, которые в этом случае автоматически встраиваются в бетонную конструкцию, либо просто обозначают проемы, в которые позднее монтируются те же оконные и дверные коробки.

Распалубливание ранее собранной опалубки и монтаж ее на новом рабочем месте не представляют особой сложности. При распалубливании из ранее забетонированной стены вынимают винтовые стяжки и винты проемообразователей, ослабляют домкраты ферм, отсоединяют торцевые отсечки стен и разъединяют (раздвигают) опалубочные панели, которые затем перемещают на следующую захватку.

Демонтаж опалубки отдельных щитов начинают со снятия домкратов ферм после их предварительного ослабления, после чего щиты отделяются от бетонной поверхности, отклоняются назад, но благодаря «козлам» сохраняют при этом необходимую устойчивость. После распалубливания рабочая поверхность должна быть промыта струей воды, очищена скребком и смазана специальным маслом. Опалубку устанавливают на новое место над уже забетонированным цоколем. На щите в нужных местах монтируют все необходимые проемообразователи, снятые с уже забетонированных стен; бригада электриков размещает на опалубке распределительные коробки, выключатели и осуществляет кабельную разводку. Арматурщики устанавливают арматурные сетки и каркасы, соединяя их между собой и со стержнями арматуры, выпущенными из цоколя. Затем щиты опалубки прижимают к цоколю, соединяют друг с другом и выравнивают по вертикали и горизонтали с помощью домкратов. После этого вставляют винтовые стяжки, на них надевают втулки, щиты окончательно вплотную притягивают к цоколю и стягивают при помощи винтовых стяжек.

Окончательное положение опалубки фиксируется после регулировки горизонтальности и вертикальности опалубки. На заключительном этапе установки опалубки торцы стен закрывают отсечками, которые после регулировки жестко фиксируются по краям опалубки.

В стандартной стеновой опалубке при транспортировании на новую строительную площадку необходимо демонтировать навесные площадки, фермы жесткости и другие элементы каркаса. Складывающаяся опалубка снабжена поворотными и откидывающимися в сторону элементами оснастки, что позволяет резко сократить ее габариты при транспортировке.

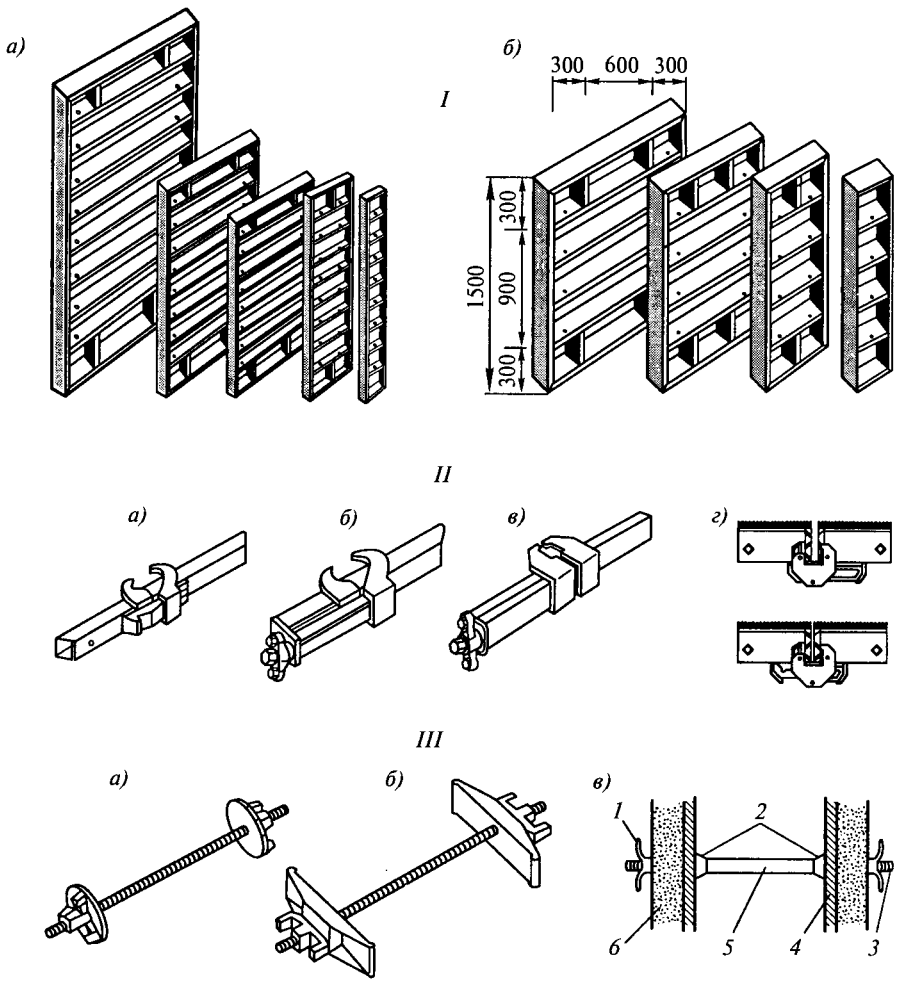
Контейнерная стеновая опалубка фирмы «Утинор». Ее выпускают в модульном исполнении длиной 1,25 и 2,5 м для стандартных значений высоты 2,52 и 2,60 м. Верхние доборные панели по 0,23 м и нижние по 0,5 и 1,5 м позволяют получать большое число комбинаций опалубки по высоте. Ребра жесткости опалубочной рамы решены в форме кессона с шагом ребер 15 см, что гарантирует палубе из формующего листа толщиной 4 мм повышенные жесткость и прочность. Все углы опалубки снабжены специальными контейнерными замками — главным элементом соединения между щитами. Благодаря этим замкам щиты хорошо защищены от деформаций, соседние панели соединяются затягиванием специальных винтовых стяжек. При этом гарантируется стыковка и выравнивание соединяемых щитов опалубки без дополнительной регулировки.

Контейнерная стеновая опалубка складывается полностью: рабочая площадка (платформа и ограждение) и стабилизирующие подкосы не демонтируют при транспортировке.

Важное достоинство металлической опалубки фирмы «Утинор» состоит в том, что ее можно трансформировать по высоте, ширине и длине, т. е. ее можно применять для осуществления самых разных проектов при разной толщине стен, высоте этажей и пролетах до 8,2 м. Применяя технологию фирмы «Утинор», можно снизить себестоимость строительства по сравнению с крупнопанельным строительством до 30%, а при скоростном и круглогодичном производстве работ возможно сокращение и сроков строительства.

Опалубочная система «Каплок». Система опалубки «Каплок» разработана в Великобритании, она универсальна, может быть использована для опалубливания стен и перекрытий, как опорная часть мостов, туннелей и других высоких сооружений и как удобная в работе система лесов для отделки различных сооружений снаружи и внутри.

Предлагаются два типа стеновых опалубочных щитов высотой 2,7 и 1,5 м (рис. 22.10), рассчитанных на боковое давление бетонной смеси до 6 кПа при палубе из ламинированной фанеры толщиной 18 мм.



Р и с. 22.10. Разборно-переставная опалубка фирмы «Каплок»:

I — щиты опалубки: *а* и *б* — крупнощитовая и мелкощитовая опалубки; *II* — конструкции замков: *а* — замок эксцентриковый; *б* и *в* — замки удлиненные с регулируемой затяжкой; *г* — установка и стык щитов в сборе; *III* — винтовые стяжки: *а* — стяжной стержень с крыльчатыми гайками; *б* — то же, с зажимными пластинами; *в* — схема соединения противостоящих щитов; 1 — гайка крыльчатая; 2 — пластиковые конусы; 3 — стяжной стержень (диаметр 10 мм); 4 — палуба из водостойкой фанеры (12...18 мм); 5 — пластиковая втулка; 6 — контурная рама щита опалубки (60...80 мм)

Т а б л и ц а 22.3. **Щиты опалубочной системы «Каплок»**

Размер щита, мм	Масса, кг	Размер щита, мм	Масса, кг
2700 × 2400	328	1500 × 1200	82
2700 × 1200	150	1500 × 900	74
2700 × 900	116	1500 × 600	53
2700 × 600	87	1500 × 300	33
2700 × 300	57	—	—

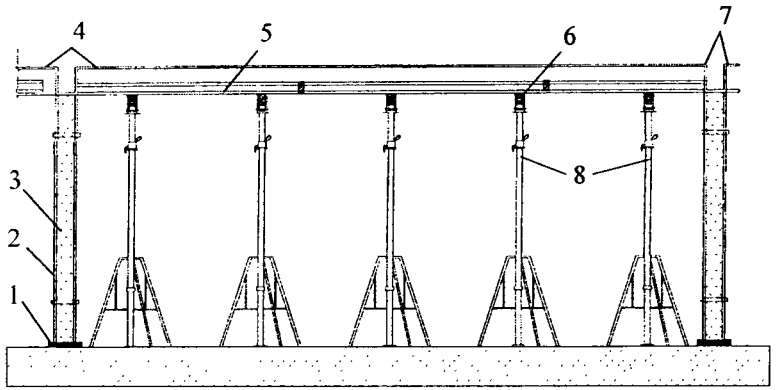
Для обеспечения многократной оборачиваемости щитов (табл. 22.3) и всех остальных элементов опалубочной системы их металлические части подвергнуты глубокой горячей оцинковке, которая дает покрытие более высокого качества, чем обычная окрасочная оцинковка. Качество покрытия гарантирует высокую сопротивляемость коррозии и механическим повреждениям в течение 5...6 лет. Удобство, простота соединения и закрепления элементов способствуют долговечности покрытия, снижению затрат на техническое обслуживание.

Для соединения щитов в опалубочную панель разработаны оригинальные замки, которые имеют боковое замковое запирание, более удобное при работе и надежнее металлических штифтов, забиваемых сверху. Замки имеют ряд разновидностей в зависимости от специфики применения: замок эксцентриковый и две разновидности удлиненных замков с боковой крыльчатой гайкой.

Свои отличительные особенности у винтовых стяжек, имеющих три разновидности, в том числе стяжки, позволяющие соединять противостоящие панели по их верхним граням, и стяжки со вставками (распорными втулками), препятствующие утонению сечения бетонируемой конструкции.

22.2. Опалубка перекрытий

При установке опалубки балочного перекрытия последовательность работ будет следующей (рис. 22.11). Сначала устанавливают арматурный каркас колонн, далее монтируют опалубку колонн с закреплением винтовыми стяжками или хомутами и раскреплением в 2...3 уровнях раскосами. Для сопряжения с вышерасположенными конструкциями арматуру колонн выпускают выше верхнего обреза опалубки на 40...50 см. Далее бетонируют колонны. После этого на специальные вырезы в опалубке колонн укладывают щиты днища балок или прогонов, под них устанавливают и выверяют по высоте поддерживающие



Р и с. 22.11. Элементы разборно-переставных опалубок:

1 — деревянные рамки колонн; 2 — опалубка колонны; 3, 4 — щиты опалубки; 5 — щит днища балок; 6 — деревянные опалубочные балки; 7 — боковые щиты опалубки балок; 8 — поддерживающие телескопические стойки на треногах

телескопические стойки или пространственные опоры. Стойки для пространственной жесткости устанавливают на треногах. После установки боковых щитов опалубки балок и соединения их между собой горизонтальными винтовыми стяжками их скрепляют со щитом днища. На следующем этапе устанавливают стойки под второстепенные деревянные балки, по ним расстилают палубу из влагостойкой фанеры.

После укладки арматурных каркасов и сеток прокладки трубок для внутренних проводок осуществляют бетонирование. Разборку опалубки рекомендуется выполнять после набора бетоном распалубочной прочности и в последовательности, обратной установке опалубки.

Среди отечественных опалубок наиболее распространена унифицированная опалубка, разработанная институтом ЦНИИОМТП. Опалубка стен состоит из щитов высотой на этаж при модульной ширине от 300 до 1800 мм, а также доборных — торцевых и угловых. Щит состоит из металлической палубы, горизонтальных балок и вертикальных фермочек. В нижней части щитов предусмотрены винтовые домкраты. В опалубке можно бетонировать стены толщиной 12, 16 и 20 см при высоте до 3 м и перекрытия толщиной 10...22 см.

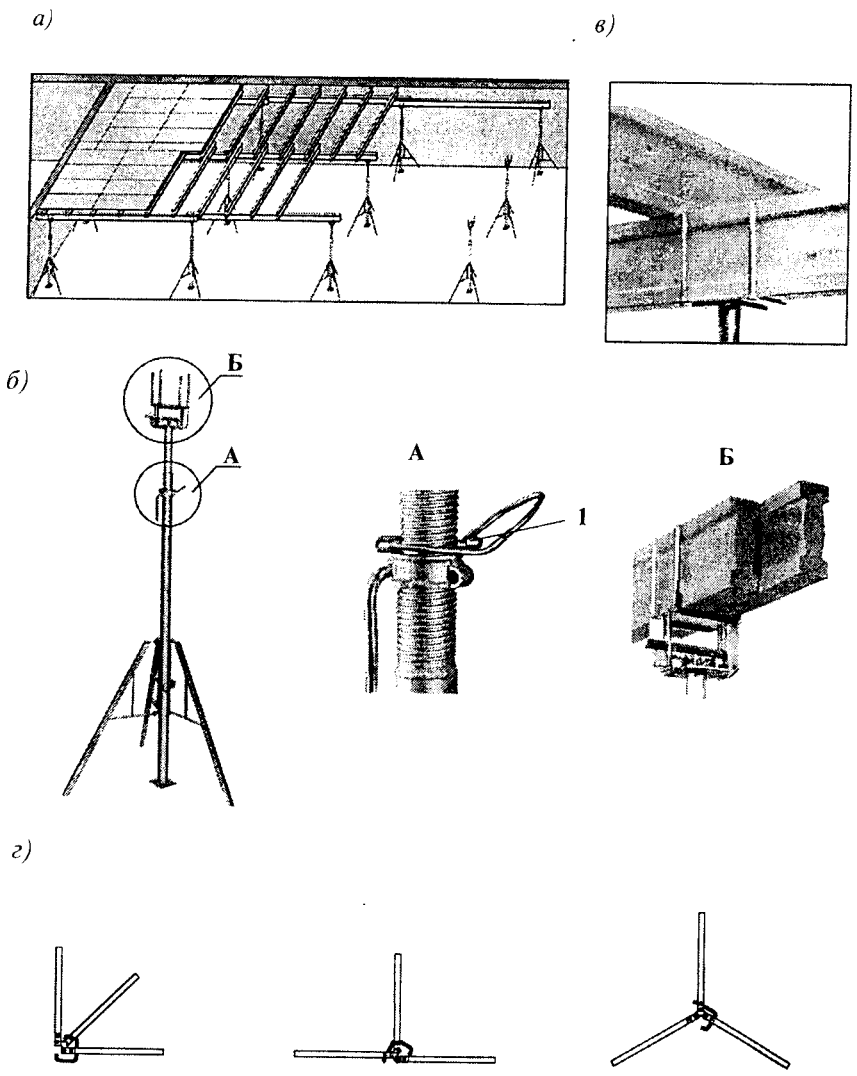
Монолитное перекрытие устраивают после возведения стен и набора ими необходимой начальной прочности. Опалубку перекрытий монтируют по телескопическим стойкам, укладывают арматурные сетки в двух уровнях, осуществляют бетонирование.

Для крупнощитовой опалубки разработана универсальная опалубка перекрытий, так называемая «столовая опалубка». Она состоит из набора модульных элементов, позволяющих собирать опалубку при длине щита до 12 м, ширине до 5,6 м и высоте от уровня стоянки от 1,75 до 10 м. Распалубливание осуществляют за счет снижения высоты опор стола. Далее опалубку выкатывают из-под перекрытия и переставляют на другое место. Монтаж и перестановку выполняют траверсой «утиный нос».

В настоящее время разработана и нашла применение опалубка разборно-переставная крупнощитовая из алюминиевых сплавов для стен и перекрытий, разработанная в институте ЦНИИОМТП. Назначение, область применения и конструктивное решение этой опалубки подробно рассмотрены в учебнике авторов «Технология строительных процессов» (Ч. 2.— М.: Высш. шк., 2003.).

Опалубка «Сомпакт» фирмы «Тиссен» (рис. 22.12). Она позволяет устраивать опалубку для перекрытий любой длины, ширины и толщины. Это достигается за счет того, что все составляющие элементы опалубки подогнаны друг к другу, имеют значительную прочность и долговечность. В целом опалубка состоит из следующих несущих элементов: сомпакт-балок Н20, применимых для устройства любых перекрытий; раздвижных треног с базовыми стальными стойками, выдвижными штангами и съемными головками (вильчатая и опорная) для простой распалубки и «падающей» головки для опускания только данной стойки в пределах до 10 см.

Монтаж опалубки осуществляют в следующей последовательности. Съемные головки, включая «падающие», устанавливают сверху в стойки, стойки закрепляют в проектном положении, с помощью раздвижки треноги они получает необходимую пространственную устойчивость. В съемные головки стоек устанавливают несущие продольные балки, по которым располагают поперечные балки, сверху раскладывают щиты или просто листы опалубки. Для проведения распалубливания «падающие» головки опускают вниз (для разных модификаций на 6...10 см), в результате несколько прогибается вся опалубочная система. Появляется возможность относительно просто освободить отдельные продольные и поперечные балки и снять, при необходимости, щиты опалубки. Чаще опускание «падающих» головок используют для снятия из-под опалубки промежуточных стоек после достижения бетоном забетонированной конструкции перекрытия достаточной прочности.



Р и с. 22.12. Опалубка перекрытий «Компакт» фирмы «Тиссен»:

а — общий вид опалубочной системы; *б* — опорная телескопическая стойка; *в* — узел соединения продольных и поперечных балок Н20; *г* — варианты положения треноги опорной стойки; А — домкратное устройство; Б — стык балок Н20 в вилочном захвате; 1 — фиксирующий штырь

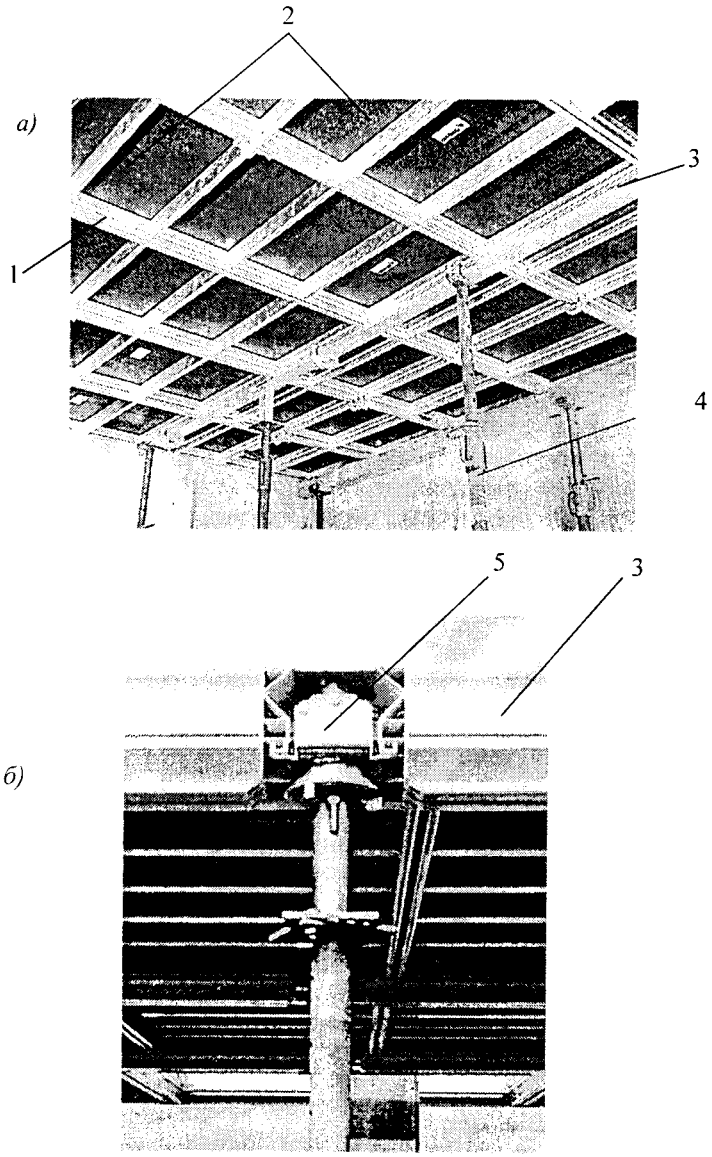
Особенностью опалубочной системы является то, что съемная головка стойки может держать сразу две балки, расположенные внахлест, которые можно легко передвигать по этой головке, поэтому конструкция применима к любым очертаниям опалубки в плане. Стойки-треноги, устойчивые сами по себе, а также расположенные по ним продольные и поперечные балки можно расставлять на расстояниях, соответствующих требованиям нагрузки, которую они будут воспринимать. Для значительных нагрузок расстояния должны быть меньше; для перекрытий меньшей толщины и меньших нагрузок на опалубку расстояния между стойками и расположенными сверху прогонами могут быть увеличены.

В данной опалубочной системе применены деревянные балки Н20. Они изготовлены из высокопрочной северной ели, имеют форму двутавра с «выпуклыми» боками и достаточно широкие и устойчивые пояса. Такая компактная форма делает балку прочной и устойчивой, а пятислойное склеивание резко увеличивает общую жесткость. Балка, даже если гвозди прибивают по краям, не раскалывается. При необходимости ее можно распилить в любом месте, даже наискось, что не уменьшает прочностных характеристик. Балка не деформируется при падении, мало подвержена износу, пропитка предохраняет ее от гниения. Деревянные прогоны относительно легкие, их могут устанавливать вручную два человека. Поперечное сечение балок позволяет легко кантовать их и устанавливать в нужное место. С такими прогонами, по сравнению с металлическими, работать проще, легче, а значит и быстрее.

Опалубочная система «Мева Дек». Она предназначена для горизонтальных конструкций и перекрытий. Главным преимуществом этой системы является то, что в ней использованы все известные технологии горизонтального опалубливания, что позволяет создавать четыре различные системы опалубки.

Комбинация этих систем дает возможность для каждого конкретного случая минимизировать поверхность добора, а применение стоек со съемными головками, в том числе «падающими», позволяет при ускоренном варианте распалубливания оставлять только отдельные промежуточные стойки, что дает значительную экономию времени и денег.

Широкое применение нашла деревянная клееная балка Н20, предназначенная для сборки по металлическим стойкам с «падающей» головкой системы из главных и второстепенных балок вручную, при этом создается универсальная опалубочная система (рис. 22.13). Стандартные размеры балок (при высоте 20 см) составляют 250, 330, 390 и 450 мм, балки других размеров могут быть изготовлены по заказу.



Р и с. 22.13. Опалубка перекрытий фирмы «Мева»:

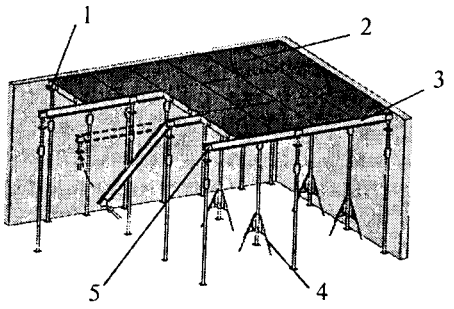
а — общий вид опалубки перекрытия; *б* — узел опирания балок на стойку; 1 — второстепенная балка; 2 — рабочий щитовой настил; 3 — главная балка; 4 — опорная телескопическая стойка; 5 — падающая головка опорной стойки

Опалубки перекрытий системы «НОЕ»

1. **Опалубка из главных балок и опалубочных щитов.** Нашла применение система опалубки перекрытий с несущими элементами из алюминиевых сплавов. Система состоит из стоек с «падающими» головками, потолочных балок и опалубочных щитов (рис. 22.14). Опалубочные щиты имеют длину 150 и 120 см при ширине от 90 до 30 см (шаг 15 см). Продольные потолочные балки по осям опор могут иметь размеры 300, 210, 180, 150 и 120 см, «падающая» головка стальная оцинкованная высотой 36 см, опускание головки при необходимости до 17 см. Опалубка может быть смонтирована вручную, включая закрытые помещения при минимальных доборах щитов.

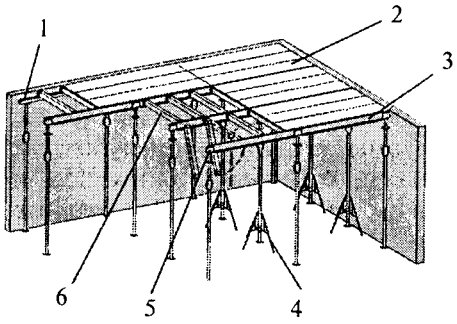
Та же система опалубки с поворотной головкой позволяет иметь свободный выбор опалубочного покрытия. Конструкция применима для перекрытий с перепадами или при сильном расчленении конструкции перекрытия. На стандартные стойки с «падающей» или поворотной головкой укладывают продольные балки тех же размеров (см. выше), а по нижним поясам — поперечные ригели. Решение позволяет иметь свободный выбор опалубочного покрытия. В зависимости от установки поперечных балок опалубку (опалубочные листы или щиты) можно укладывать как между продольными балками, так и на них.

2. **Опалубка с раздвижными второстепенными балками.** Потолочная фасонная система фирмы «НОЕ» (рис. 22.15), совместимая с алюминиевой опалубкой, является ее дальнейшим развитием и совершенствованием. Стойки с «падающей» головкой принимают нагрузку от щитов покрытия даже при одностороннем загружении без момента изгиба опор. Второстепенные балки — раздвижные от 100 до 150 см, телескопического типа. Как вариант применима фасонная система из крупноразмерных щитов, опирающихся непосредственно на полки главных



Р и с. 22.14. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» из крупноразмерных щитов:

1 — опора с крестовиной; 2 — потолочный крупноразмерный щит; 3 — продольная несущая балка; 4 — штатив для опоры; 5 — опора с «падающей» головкой



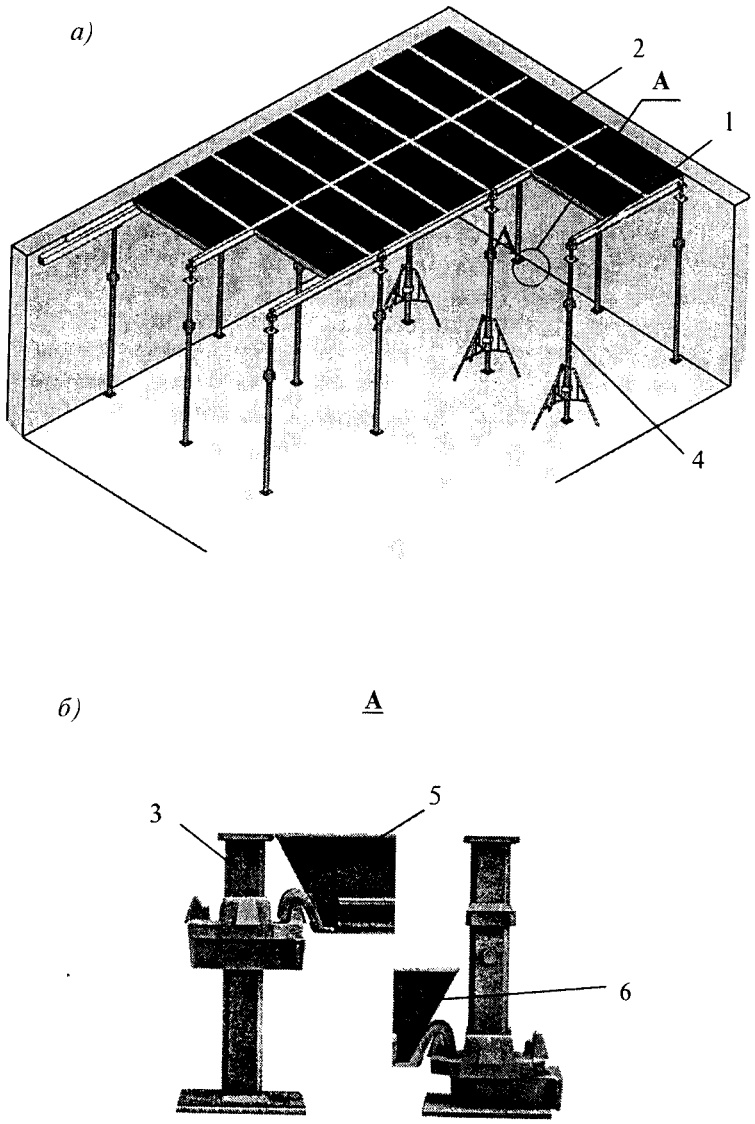
Р и с. 22.15. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с раздвижными балками:

1 — брус с рейками; 2 — щитовое покрытие; 3 — главная продольная балка; 4 — штатив для опорной стойки; 5 — «падающая» головка; 6 — поперечная раздвижная балка

балок, что позволяет осуществлять легкий монтаж и демонтаж щитов. Сортамент щитов имеет шаг 15 и 30 см, что дает возможность оптимально разложить опалубку по всей площади помещения с минимальными доборами. Конструктивное решение позволяет иметь плотное прилегание к стене и надежное крепление с ней. При необходимости допустимо применение продольных балок длиной 3 м, что значительно сокращает число требуемых стоек и упрощает процесс их установки под опалубочные потолочные панели.

3. **Потолочная опалубка с падающими головками.** Данное решение универсально, оно включает потолочную опалубку с «падающими» головками и несущей системой продольных балок и потолочных панелей (рис. 22.16). Балки устанавливают на «падающие» головки, которые предварительно крепят на оголовки выдвижных штанг опорных стоек. В «падающих» головках защемляют несущие ригели, штативы стоек обеспечивают стабильность в течение монтажа ригелей. На собранную несущую конструкцию опалубки укладывают опалубочные панели, укладку осуществляют быстро как в продольном, так и в поперечном направлениях. Достоинство данного решения — возможность раннего распалубливания, при этом стойки с «падающей» головкой постоянно подпирают распалубленное перекрытие. Снятые опалубочные панели могут быть в это время смонтированы на соседней захватке на запасных опорах.

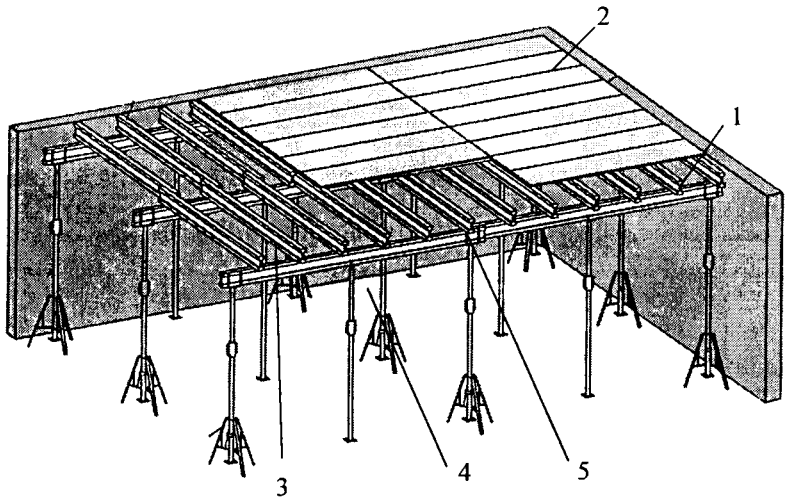
4. **Опалубка с балками Н20.** Широкое применение нашли деревянные балки Н20 в системе опалубок фирмы «НОЕ». Вся система состоит из деревянных балок, вилочных головок, стандартных опор и штативов и покрытия в виде щитов или листов многослойной фанеры (рис. 22.17). Опалубку устанавливают вручную. Она особенно подходит для закрытых помещений. Недостатком этой системы является пониженная оборачиваемость балок (до 50 оборотов) и щитов (до 20 оборотов).



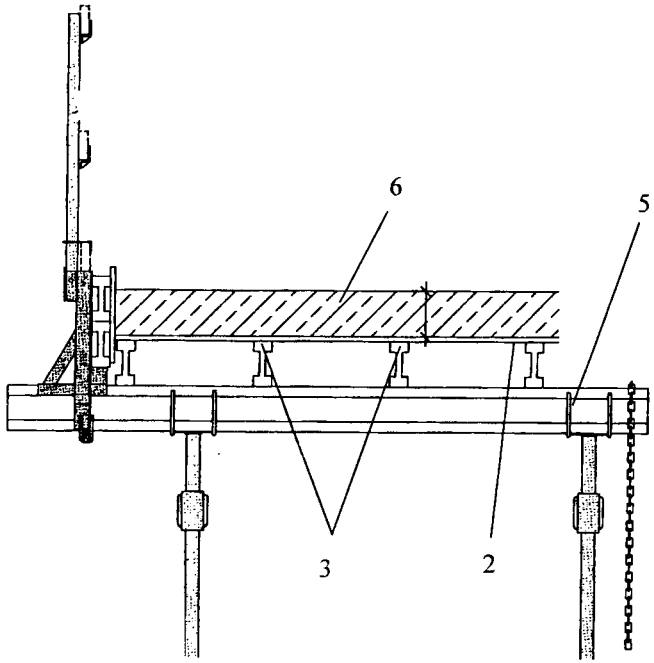
Р и с. 22.16. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с «падающими» головками:

1 — несущая продольная балка; 2 — опалубочный щит; 3 — «падающая» головка; 4 — опорная телескопическая стойка; 5 — продольная балка при установке опалубки; 6 — продольная балка при распалубке

а)



б)



Р и с. 22.17. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с балками Н20:

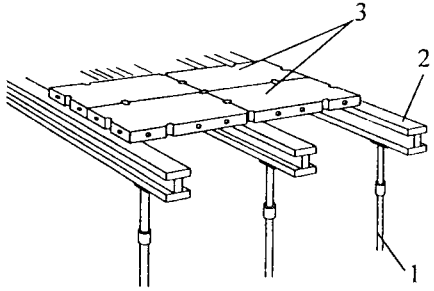
а — общий вид; *б* — краевой узел опалубки; 1 — балка Н20; 2 — опалубочный щит из водостойкой фанеры; 3 — продольная балка Н20; 4 — опорный штатив; 5 — вилка; 6 — бетонируемое перекрытие (до 30 см)

Опалубка фирмы «Далли» для перекрытий. Конструктивное решение опалубки традиционное — раздвижные стойки, деревоклееные балки Н20, по верхним полкам которых укладывают щиты опалубки, предназначенные для стен, а также аналогичных размеров (но длиной только 132 и 88 см) специальные щиты (рис. 22.18). Стойки трех типоразмеров переменной длины 1,15...3; 2...3,5 и 2,3...4,1 м, балки Н20 стандартных размеров, для распалубливания на раздвижные стойки устанавливают U-образный держатель балки с «падающей» головкой.

Опалубка перекрытий фирмы «Утинор». Фирма «Утинор» предлагает три самостоятельных варианта опалубки для бетонирования перекрытий: несъемную опалубку из самонесущих элементов, которые при наличии временных промежуточных опор могут выдерживать не только свою массу, но и массу укладываемой бетонной смеси; мелкощитовую опалубку для бескрановой установки и формовочные столы.

Мелкощитовая опалубка содержит три основных элемента: стандартную стойку с закрепляемой сверху вильчатой головкой, металлическую профильную балку и щиты, состоящие из стальной рамы и ламинированного фанерного листа. Раздвижные стойки дают возможность использовать опалубку для помещений с высотой этажа от 2 до 5,2 м. Несущие балки длиной 1,0 и 1,6 м позволяют при необходимости наращивать их в пределах 0,6...0,9 м. Щиты имеют ширину 30 и 60 см и длину от 0,9 до 1,5 м (самый тяжелый элемент опалубки весит 26 кг). Забетонированную плиту после демонтажа щитов и балок поддерживают с помощью стандартных стоек с вильчатыми, опорными и падающими головками.

Стандартный формовочный стол фирмы «Утинор». Конструктивное решение стола позволяет применять его при высоте помещения от 2 до 2,5 м и при пролетах от 1,9 до 6 м. Рабочая поверхность выполнена в виде металлического листа тол-



Р и с. 22.18. Опалубка перекрытий фирмы «Далли» по балкам Н20:

1 — опорная телескопическая стойка; 2 — балка Н20; 3 — щиты покрытия (щиты опалубки стен)

щиной 3 мм или крупноразмерных листов фанеры толщиной 18...21 мм. Стол состоит из раздвижных поперечных балок, установленных на продольных балках каркаса стола. Металлическое покрытие прикрепляется к раздвижным балкам через приваренные элементы жесткости, фанера — с помощью скоб и болтов с потайной головкой.

Решетчатые продольные и поперечные балки U-образной формы имеют длину от 1,2 до 5,4 м с шагом 60 см, что позволяет получать палубу с пролетом до 6 м. Опорные ноги V-образной формы крепятся болтами к нижним полкам продольных балок, а с помощью раскосов — к поперечным балкам. Каждая опорная нога оборудована винтовым рычажным домкратом с ручным управлением и ходом 690 мм и колесом диаметром 200 мм для перемещения опалубки вдоль пролета.

Сначала с помощью винтовых домкратов на опорных ногах и по уровню реперных отметок на верхней части стен выставляют стол по высоте, подгоняют боковые габаритные распалубочные рейки (обозначают по периметру помещения габарит опалубки), а затем устанавливают проемообразователи, электрооборудование и кабельную разводку, прокладывают необходимые коммуникации и укладывают арматурные сетки.

Распалубочные рейки, устанавливают с каждой стороны стола. Они позволяют выбрать зазор, образующийся при установке между столом и примыкающими стенами, и легко опустить формовочный стол после схватывания бетона. Распалубка стола осуществляется под действием силы тяжести и исключительно за счет его опорных ног и создаваемого с их помощью при опускании на домкратах зазора между столом и низом перекрытия в 30...40 см. При раскружаливании опалубки и опускании домкратов стол оказывается на встроенных колесах или шаровых опорах и его легко подкатить к краю плиты для последующего выдвижения и перестановки. Одновременно в освобожденном пролете устанавливают временные опорные стойки для поддержания еще не набравшей прочности бетонной плиты.

При бетонировании перекрытий второго этажа для извлечения столов следует использовать распалубочные площадки или консольные подмости, нагрузка от которых передается на уже успевшую набрать достаточную прочность плиту перекрытия первого этажа. Существует несколько вариантов извлечения столов краном. Стол может выкатываться на подмости, служащие продолжением плиты, а с них подниматься краном с помощью четырехветвевого стропа. Стол также может быть поднят краном и без подмостей с помощью специальной траверсы или уравновешивающего устройства.

При низких (но не отрицательных) температурах для поддержания температуры бетона за счет экзотермического тепла, для ускорения его твердения рекомендуется накрывать забетонированную плиту легким теплоизоляционным материалом типа полистирола. При высокой температуре окружающего воздуха, наоборот, целесообразно осуществлять бетонирование поздно вечером, а утром полить перекрытие водой, чтобы предотвратить растрескивание бетона до момента перестановки стола.

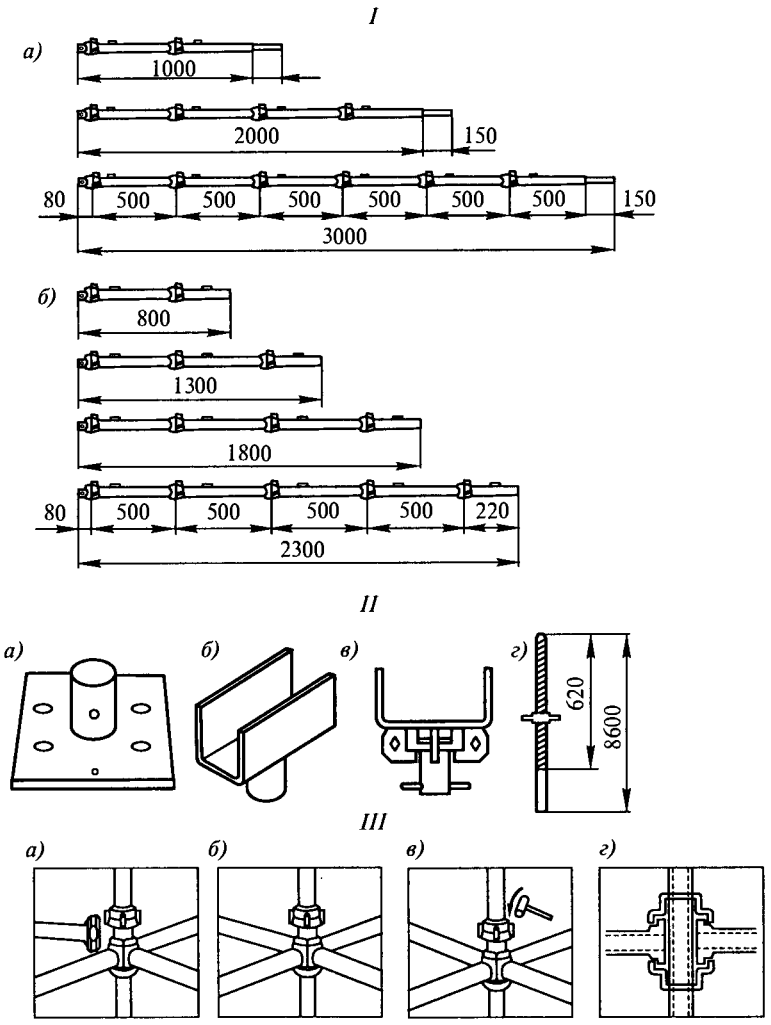
Опалубка перекрытия «Каплок». Опорная система «Каплок» в настоящее время является одной из самых прочных и универсальных систем несущих конструкций. Важной особенностью системы является не целостность телескопических стоек, а их собираемость из отдельных элементов на нужную высоту.

Стойки разработаны двух разновидностей — безвтулочного и втулочного соединений (рис. 22.19). Стойки в зависимости от длины имеют 2...6 чашечковых соединений, чашки приварены к стойкам через 50 см по длине. Стойки безвтулочного соединения могут применяться самостоятельно, на них могут быть закреплены винтовые домкраты. Стойки втулочного соединения применяют в сочетании со стойками безвтулочными, они имеют втулки длиной 150 мм для вертикального соединения с другими стойками. Предусмотрены отверстия для дополнительного крепления стоек между собой на запорных шплинтах или шпонках.

Каждое соединение состоит из двух чашечек, верхняя, мобильная, по форме колпака, выполнена из ковкого литья, что способствует ее сохранности и долговечности. Нижняя чашечка, фиксированная на определенной высоте (с шагом 50 см), выполнена с наружной стороны в форме пиалы, а внутри имеет четыре специальные расточки для вставки горизонтальных связей. Конструкция стоек позволяет осуществлять их взаимное наращивание на необходимую высоту. Трубы стоек из высокопрочной стали с толщиной стенки 3,2 мм позволили значительно облегчить всю систему, при этом нагрузка на одну стойку может достигать 64 кН.

В комплект стоек входит опора, имеющая приваренную трубку высотой 110 мм. Опора может быть использована в нижней части стойки как основание (пята) и в верхней части — как головка. Для верхней части стоек применяют фиксированные вилки из дерева, стали или алюминия для установки балок вплотную друг к другу (при ширине вилки 150 мм) или с угловым смещением (при ширине вилки 200 мм). Нашли применение «падающая» головка и качающаяся вилка, применяемые,

когда стойки имеют перелом в одном или двух направлениях. Важной составляющей частью является универсальный винтовой домкрат, его использование возможно в верхней и нижней



Р и с. 22.19. Опалубка перекрытий фирмы «Каплок» — опорные стойки:

I — номенклатура стоек: *а* и *б* — безвтулочные и втулочные стойки; *II* — опорная система стоек: *а* — башмак, или верхняя головка: *б* — фиксирующая верхняя вилка; *в* — то же, качающаяся вилка; *г* — универсальный винтовой домкрат; *III* — последовательность соединения элементов в узле: *а* — установка концевика горизонтали в чашечку; *б* — надевание и завинчивание верхней чашечки; *в* — силовой элемент завинчивания; *г* — жесткое соединение четырех элементов на стойке

частях стоек. Имеются две разновидности винтовых домкратов с муфтой — при длине элемента 400 мм его нарезка составляет 250 мм, при длине элемента 860 мм нарезка возрастает до 620 мм. Домкраты предназначены для точной регулировки опорной системы, используются в соединении с вилкой или пятой, закрепляются в полости чашечного стыка. Они рассчитаны на определенную нагрузку при установке необходимых горизонтальных и диагональных связей.

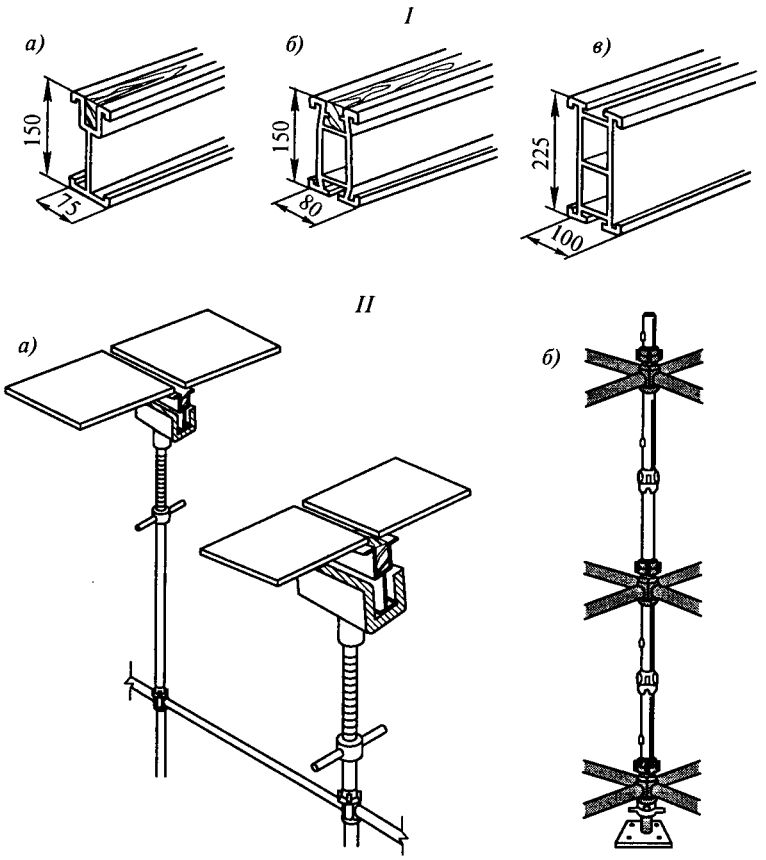
Горизонтальные связи имеют длину 600, 900...1300 (с шагом 100 мм), 1600, 1800 и 2500 мм. Эти связи позволяют устанавливать стойки на расстоянии от 60 до 250 см в соответствии с требованием проекта, они могут располагаться на разных уровнях по высоте, обеспечивая пространственную жесткость всей опорной системе. Горизонтали и стойки, при необходимости, могут быть использованы как строительные леса быстрого соединения и разъединения. Каждая горизонталь имеет на концах кованую насадку (концевик) большой прочности и специальной конструкции, которая жестко входит в специальную расточку нижних чашечек стоек.

Система «Каплок», имея оригинальное соединение элементов, обеспечивает быструю сборку каркаса в узлах. Способ узловой сборки горизонтальных элементов основан на предварительной установке их на опоры в нижних чашечках стоек, таких элементов может быть четыре. На установленные в стыке концевики горизонтальных связей опускают верхнюю чашечку, при этом она жестко захватывает эти концевики и закрепляется одним ударом молотка, образуя жесткое соединение. Такой стык горизонтальных элементов на одном уровне является удобным, упрощается комплектная сборка, уменьшаются напряжения в узле. Достоинство опорной системы также в том, что она решена без болтов, клиньев, гаек.

Несущие алюминиевые балки каркаса (рис. 22.20, табл. 22.4) имеют три разновидности в зависимости от несущей нагрузки и перекрываемого пролета.

Таблица 22.4. **Балки каркаса системы «Каплок»**

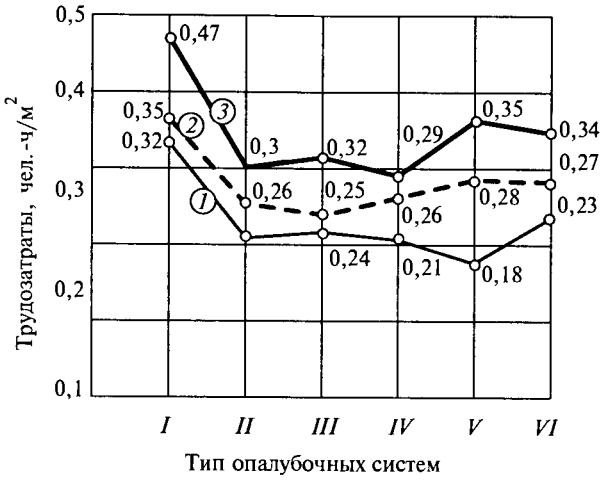
Балка S150				Балка T150				Балка T225			
Длина, м	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг
1,2	4,8	5,1	20,4	1,3	7,5	4,2	24,4	1,8	16,1	5,4	48,2
1,8	7,2	5,7	22,8	1,8	10,4	4,8	27,8	2,4	21,4	6,0	53,5
2,7	10,8	6,4	25,6	2,5	14,6	5,4	31,4	3,0	26,8	7,2	64,2
3,6	14,4	7,2	28,8	3,6	20,9	6,4	37,2	4,2	37,5	7,5	66,9
4,2	16,8	—	—	3,9	22,7	7,2	41,8	—	—	—	—



Р и с. 22.20. Несущие конструкции опалубки фирмы «Каплок»:

I — конструкции прогонов при нагрузке: *а* — до 7 т; *б* — до 13 т; *в* — до 29 т; *II*: *а* — опалубка в сборе; *б* — использование стоек опалубки в качестве лесов

Варианты раскрепления лесов, установки несущих и второстепенных балок опалубки перекрытия приведены на рис. 22.20, *II*. Важным достоинством опорно-опалубочной системы являются простота конструктивного решения и возможность быстрой сборки и разборки. Диапазон работы установленного домкрата составляет 620 мм (в других опалубочных системах — 100...200 мм), расстояние между опорными стойками может изменяться в значительных пределах. Система рассчитана на бескрановую сборку всего каркаса, удобны и технологичны несущие алюминиевые балки со вставками из дерева, позволяющие иметь расстояние между колоннами каркаса до 7,5 м при массе несущей



Р и с. 22.21. Трудозатраты на устройство опалубки монолитных перекрытий для зданий прямоугольных в плане (*1*); трапециевидного (*2*) и сложного (*3*) очертаний:

I — конструкции ЦНИИОМТП; *II* — фирмы «Мове»; *III* — фирмы «Утинор»; *IV* — «Алума-Системс»; *V* — несъемная опалубка из тонких железобетонных плит; *VI* — то же, из стального профнастила

балки опалубки 67 кг. Наличие деревянных вставок в балках обеспечивает надежное крепление палубы из фанерных листов и опалубочных щитов разных конструкций.

Для предварительного сравнения различных опалубочных систем на рис. 22.21 приведено распределение удельных трудозатрат на устройство опалубки перекрытий.

Глава 23

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ОПАЛУБКАХ

23.1. Катучая опалубка

Катучая — горизонтально перемещаемая опалубка периодически передвигается в горизонтальном направлении по мере приобретения бетоном достаточной прочности. Ее применяют для бетонирования линейно протяженных сооружений, *возводимых открытым способом*, имеющих постоянное поперечное сечение и типовые повторяющиеся элементы ячейки: подпор-

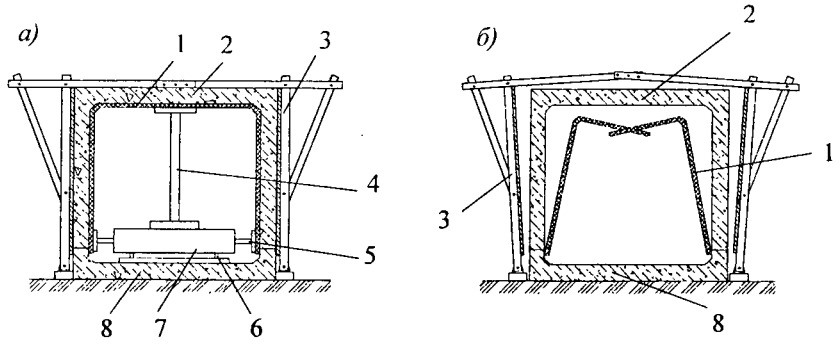
ные стенки, туннели и коллекторы для подземных сооружений и коммуникаций. В зависимости от типа и объемно-планировочного решения сооружения катучая опалубка может иметь свои технологические особенности, но в целом основное конструктивное решение не меняется.

Главный смысл данной опалубки заключается в непрерывности бетонирования (допустимы незначительные перерывы). Возможны два варианта технологии: *непрерывное скольжение* опалубочных щитов по поверхности возводимой конструкции и *последовательная перестановка* щитов с предварительным их отрывом от бетона на предыдущей захватке.

Современные типы опалубок позволяют перемещать опалубочные щиты вдоль оси бетонируемой конструкции, поднимать их по вертикали для поярусного бетонирования, регулировать уклон бетонируемых поверхностей.

Катучая опалубка для бетонирования линейно-протяженного сооружения (коллектора) состоит из внутренней и наружной частей (рис. 23.1). Нижняя внутренняя часть опалубки, смонтированная на рельсовом пути, состоит из тележки с закрепленными на ней подъемными устройствами — домкратами двух типов (подъемно-опускными опорами), которые несут инвентарную опалубку.

На перемещаемой тележке имеются горизонтальные домкраты, позволяющие установить в проектное положение внутренние боковые щиты опалубки. На тележке установлены также центральные стойки с винтовыми домкратами, позволяющими перемещать опалубку в вертикальной плоскости.



Р и с. 23.1. Катучая опалубка для бетонирования подземных коллекторов:

а — установка опалубки; *б* — распалубливание; 1 — внутренняя опалубка; 2 — бетонируемый коллектор; 3 — наружная опалубка; 4 — центральная стойка; 5 — домкрат; 6 — катки; 7 — тележка; 8 — днище коллектора

Верхний щит составной, он шарнирно закреплен на стойке. Вертикальные щиты соединены с горизонтальными также на шарнирах. Верхние щиты устанавливают в рабочее положение и распалубливают вращением домкратов, расположенных на стойках.

Наружная опалубка состоит из двух боковых рам, соединенных шарнирно; они могут поворачиваться при установке в рабочее положение и при распалубливании. Наружную опалубку переставляют краном, внутреннюю на тележке перемещают по рельсам (каткам) с помощью лебедок после распалубливания.

Для перемещения опалубка снабжена *катками* или *тележками*, передвигающимися по направляющим или рельсам, и для транспортирования — *лебедкой* или *приводом*.

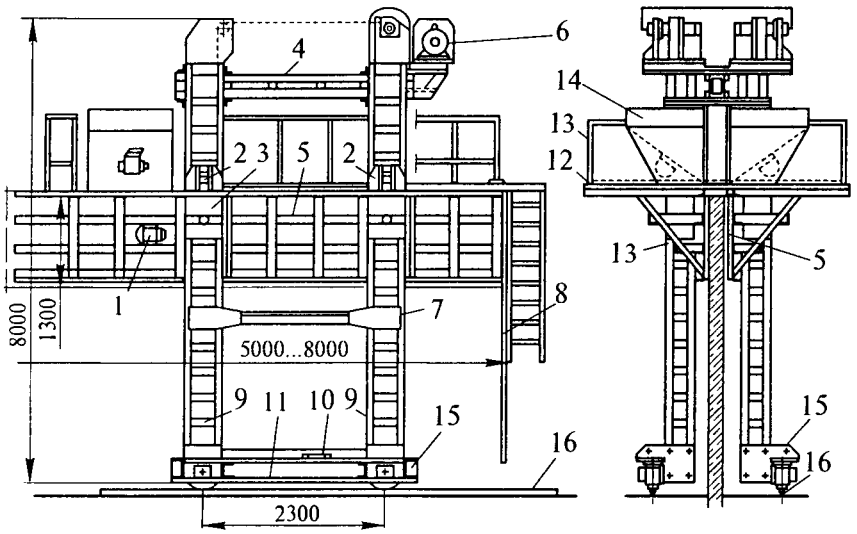
После укладки и твердения бетона осуществляют отрыв от него опалубочных щитов с приведением их в транспортное положение. Затем опалубку по направляющим перемещают вдоль возводимого сооружения на новую стоянку. При распалубке внутренний горизонтальный щит как бы переламывается и при опускании вниз тянет за собой вертикальные щиты; они также отрываются от бетона и поворачиваются.

Катучая опалубка коллекторов и туннелей может быть прямоугольного и криволинейного сечений. Опалубка позволяет бетонировать сооружения шириной 2100...2800 мм с модулем 100 мм и высотой 1800...2200 мм. Изменение высоты достигается за счет телескопических боковых несущих стоек. Ширина же изменяется путем раздвижки боковых поверхностей относительно нижнего ригеля с центральной стойкой. Эта стойка, оснащенная винтовым домкратом, позволяет осуществить распалубку внутренней опалубки и установку ее снова в рабочее положение.

Разновидности катучей опалубки применимы для бетонирования сводов-оболочек и оболочек двоякой кривизны. Бетонируемые пролеты могут достигать 12...18 м, а высота сооружения от уровня пола до низа перекрытия — 5...7 м.

Звено инвентарной опалубки имеет длину 6 м, в зависимости от требуемого ритма работ по длине захватки одновременно могут находиться в работе 2...3 и более звеньев опалубки.

Существует разновидность катучей опалубки, предназначенной для бетонирования высоких и протяженных стен, в частности подпорных стенок (рис. 23.2). Щиты опалубки могут иметь длину до 8 м, они закреплены на перемещающемся портале. Портал позволяет иметь разную толщину стен — до 800 мм. Щиты можно перемещать вверх по направляющим



Р и с. 23.2. Катучая опалубка для бетонирования стен:

1 — вибратор; 2 — фиксаторы; 3 — ползуны; 4 — соединительная балка; 5 — щит опалубки; 6 — лебедка подъема щитов; 7 — монтажное устройство; 8 — лестница; 9 — стойка катучей опалубки; 10 — электрический привод; 11 — тележка; 12 — рабочий настил; 13 — ограждение настила; 14 — бункер для бетонной смеси с вибратором; 15 — тележка для горизонтального перемещения; 16 — рельсовый путь

портала для перестановки на следующий ярус бетонирования. Щиты опалубки отрывают от бетона и перемещают горизонтально с помощью домкратов, а поднимают и опускают с помощью тросов.

23.2. Объемно-переставная опалубка

Объемно-переставную опалубку применяют для одновременного бетонирования внутренних поперечных стен и междуэтажных перекрытий многоэтажных жилых и административных зданий. Объемно-переставная опалубка представляет собой крупноразмерный опалубочный блок, *включающий опалубку стен и перекрытий*, который монтируют и переставляют с помощью монтажного крана.

Эту опалубку выполняют в виде пространственных секций П- и Г-образной формы. Она состоит из двух боковых (стеновых) и потолочной опалубочных панелей, шарнирно сочлененных между собой, поддерживающих устройств и приспособлений для закрепления в проектном положении и распалубки.

Секции при соединении образуют «туннели» — опалубки на квартиру или на всю ширину здания. Секции опалубки могут иметь переменную ширину в зависимости от принятого шага стен и различную длину. П- и Г-образные секции опалубки устанавливают на перекрытии ранее забетонированного этажа, выверяют и закрепляют между собой в продольном и поперечном направлениях.

Общие конструктивные признаки опалубки:

- наличие системы механических домкратов для выверки и установки в проектное положение;
- катучие опоры для перемещения секций опалубки при монтаже и демонтаже;
- система раскосов для обеспечения необходимой пространственной жесткости.

В России объемно-переставную П-образную опалубку выпускают в виде секций шириной 1,2; 1,5; 1,8 м (модуль 300 мм), при пролетах 2,4...6,3 м и шаге 0,3 м. Опалубку применяют для этажей высотой 2,8; 3,0 и 3,3 при толщине перекрытий не более 16 см. Ее собирают из Г-образных элементов, объединяемых верхним шарниром, используя системы подкосов и стоек. В комплект опалубки входят щиты торцевых наружных стен, лифтовых шахт, секции для коридоров, подмости.

Опалубочный блок из готовых П-образных секций собирают на всю ширину здания. Секции опалубки устанавливают на путь из швеллеров, по которым их можно перемещать вдоль или поперек здания в зависимости от его конструктивного решения. Пути прокладывают вдоль бетонируемых стен. Боковые панели служат внутренней опалубкой монолитных стен, а верхние — опалубкой перекрытия. Собранную секцию опалубки краном устанавливают в проектное положение. Для установки (и для распалубливания) в рабочее положение нижняя часть секции оборудована четырьмя катками (шаровыми опорами) для передвижения по перекрытию и четырьмя винтовыми домкратами (по два с каждой стороны), которые располагаются выше опор и с помощью которых секцию можно поднимать при установке в рабочее положение и опускать при распалубке.

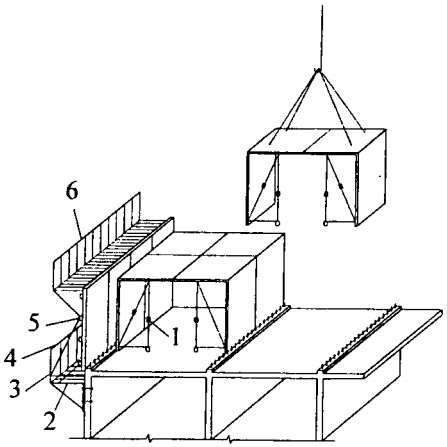
При бетонировании предыдущего этажа одновременно или с небольшим разрывом во времени бетонируют и цоколи стен следующего этажа высотой 15...20 см и выпуском арматуры на 30...40 см для сопряжения с арматурными каркасами стен. После распалубливания этих цоколей тщательно проверяют их положение в плане и толщину, контролируют отметки пере-

крытия, соосность стен, определяют и закрепляют рисками места установки щитов опалубки стен.

На новом рабочем горизонте осуществляют разбивку осей стен, разметку мест установки секций опалубки, при необходимости — устройство маяков стен.

Перед установкой опалубку очищают, смазывают, проверяют состояние замковых соединений, струбцин, опор и домкратов. Опалубку подают краном и устанавливают в соответствии с разбивочными рисками (рис. 23.3). Домкратами выверяют горизонтальность верхней палубы, а струбцинами добиваются контакта с цоколем и вертикальности боковых панелей. Затем по длине туннеля устанавливают рядом соседнюю секцию, между элементами укладывают специальные прокладки для максимально плотного соединения элементов и осуществляют дополнительное натяжение с помощью замковых соединений.

После устройства туннеля на всю длину приступают к установке пространственных каркасов армирования стен на высоту этажа (обычно длиной до 6 м). Каркасы подают краном и соединяют с выпусками арматуры нижележащего этажа. Затем устанавливают торцевой боковой щит и, если это положено по проекту, устанавливают торцевой наружный щит на специальные консольные подмости и крепят его с помощью телескопических наклонных стоек, жестко прижимают нижним торцом к ранее забетонированной конструкции стен предыдущего этажа. Это обеспечивает неизменяемое геометрическое положение торцевых наружных щитов. Для образования оконных и дверных проемов на опалубке закрепляют специальные вставки, которые также могут быть использованы как опалубка торцевых стен. На поверхность туннеля укладывают арматурные каркасы перекрытия, которые связывают с ранее установленными каркасами стен.



Р и с. 23.3. Схема установки щитов объемно-переставной опалубки:

1 — механические домкраты; 2 — консольные подмости; 3 — телескопические наклонные стойки для крепления щитов; 4, 6 — ограждения; 5 — торцевой щит опалубки

Бетонную смесь укладывают между туннелями опалубки для бетонирования и образования стен здания, а также на сами секции, осуществляя бетонирование перекрытий. После того как бетон наберет распалубочную прочность, опалубку распалубливают, не разбирая ее на составные элементы. При распалубливании секции опалубки как бы сжимаются, для чего сдвигают внутрь забетонированного туннеля внутренние боковые щиты опалубки (или щиты стен), благодаря этому легко отрывается и перемещается вниз горизонтальный щит перекрытия. Для извлечения опалубки из забетонированной секции элементы верхней панели опускают с помощью домкратов, а боковые панели отодвигают от стен. Затем опалубку на катках выдвигают по инвентарным путям, уложенным по перекрытию, на соседнюю позицию или на специальные подмости, которые устраивают с продольной открытой стороны здания, откуда закрепленную секцию переставляют краном на новую позицию.

Объемно-переставную или горизонтально перемещаемую опалубку применяют преимущественно при строительстве зданий с поперечными несущими стенами и открытыми фасадами, необходимыми для извлечения опалубки, что накладывает определенные технологические ограничения (необходимо оставлять проемы или открытые фасады для извлечения крупных секций опалубки). Эти открытые поверхности затем закрывают сборными стеновыми панелями, кирпичной кладкой и т. д.

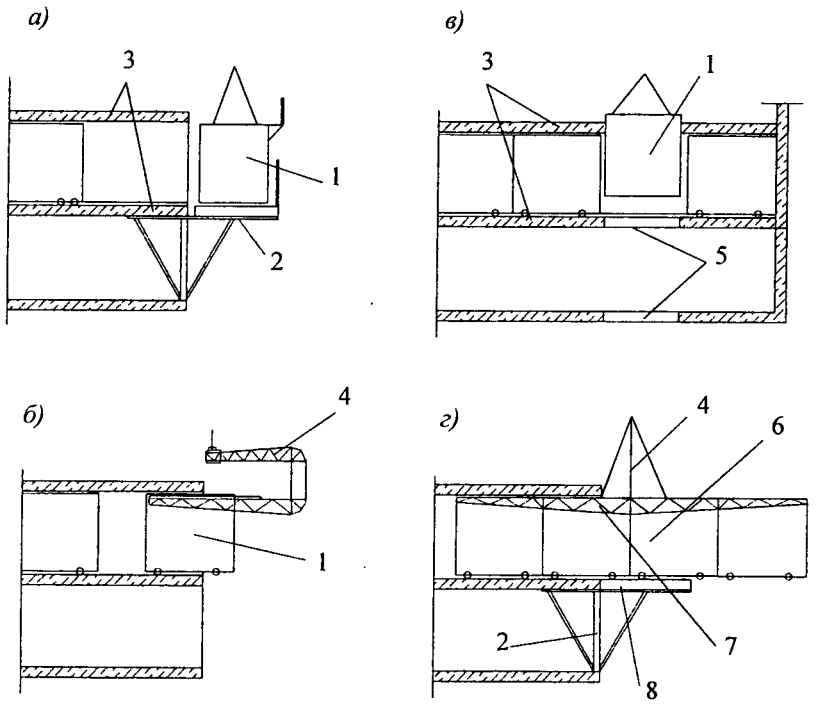
Применение трансформируемой объемно-переставной опалубки для разных пролетов, толщины стен, при необходимости, и высоты этажей позволяет получать разнообразные объемно-планировочные решения зданий. Объемно-переставная опалубка, по сравнению с крупнощитовой, имеет относительно сложную конструкцию и большую стоимость. Поэтому ее целесообразно использовать для возведения большой серии монолитных зданий в одном районе и с высоким темпом оборачиваемости опалубки.

Конструктивно опалубка может иметь самое разнообразное решение. Принципиальной является возможность значительного отклонения боковых щитов от вертикали, они могут смещаться к центру при распалубке и, наоборот, возвращаться в вертикальное положение при установке опалубки в рабочее состояние. Горизонтальный щит также может иметь различное

конструктивное решение, но главное требование к нему — легкость установки и распалубливания. Отрыв щита от бетона происходит при одновременном действии трех факторов: опускание боковых щитов на несколько сантиметров с помощью домкратов, отклонение боковых щитов от вертикали (что снижает их высоту по вертикали) и отрыв горизонтальных щитов в центре пролета с помощью домкратов.

В зависимости от применяемой технологии и наличия соответствующих приспособлений используют несколько схем демонтажа объемно-переставной опалубки. Демонтаж опалубки может быть осуществлен (рис. 23.4):

• мелкими П-образными секциями длиной 1,2...1,8 м путем их выкатки на выносные подмости и подъема с них краном;



Р и с. 23.4. Схема демонтажа объемно-переставной и туннельной опалубки:

а — мелкими секциями с помощью выносных подмостей; *б* — с помощью траверсы «утиный нос»; *в* — через проемы в перекрытиях; *г* — крупными блоками с помощью распределительной фермы и подмостей с откидным ограждением; 1 — секция опалубки; 2 — выносные подмости; 3 — перекрытие; 4 — траверса; 5 — проемы в перекрытии; 6 — крупноразмерный блок; 7 — траверса — распределительная ферма; 8 — откидное ограждение

• мелкими секциями путем их выкатки на обрез наружной стены и перестановки краном с помощью траверсы «утиный нос»;

• мелкими секциями через специально оставленные при бетонировании проемы в перекрытиях;

• крупными Г- и П-образными блоками длиной в 3...5 элементов при использовании выносных подмостей и траверсы в виде распределительной фермы при одновременной подвеске блока на крюке крана с помощью траверсы и постепенном выкатывании его из забетонированного пространства.

Применение выносных подмостей повышает затраты труда, поэтому рациональнее использовать извлечение опалубки крупными секциями и их перестановку с помощью специальных траверс.

При демонтаже опалубки мелкими секциями первоначально их отсоединяют в замках. С помощью домкратов и струбцин отжимают опалубку крайней секции от забетонированной конструкции, щиты этой опалубки отрывают от бетонных поверхностей. Всю эту секцию опускают на катки. Затем секцию выкатывают на площадку выносных подмостей, стропуют и перемещают краном на участок, подготовленный к монтажу опалубки. Далее те же операции повторяют со следующими секциями поочередно, осуществляя отрыв их от забетонированных поверхностей с помощью гидравлических или винтовых домкратов. Более эффективно использовать специальную траверсу, которая захватывает секцию без предварительного выкатывания на выносные подмости. В результате снижаются трудозатраты на монтаж и демонтаж опалубки.

Для демонтажа опалубки можно использовать специальные проемы в перекрытиях (например, проемы лифтовых шахт или специально временно оставляемые проемы). Демонтаж также ведут отдельными секциями в той же очередности. Секции выкатывают в проем и поднимают краном с последующей установкой на новое место.

Возможно применение схемы демонтажа сразу всего блока опалубки. Для этого необходима траверса специальной конструкции, блок опалубки должен иметь тележки для выкатывания. По мере выдвижения опалубочного блока устанавливают по центру пролета временные телескопические стойки с фиксирующими домкратами.

Использование объемно-переставной опалубки позволяет добиться снижения трудоемкости опалубочных работ и делает процесс возведения монолитных конструкций здания наиболее индустриальным.

23.3. Туннельная опалубка

Опалубку используют для отделки туннелей и коллекторов, бетонирования конструкций жилых и общественных зданий, *возводимых закрытым способом.*

Туннельная опалубка конструктивно мало отличается от горизонтально перемещаемой. Она включает в себя щиты — панели, прикрепленные к каркасу, который снабжен фиксирующими и распалубочными устройствами и механизмом для горизонтального перемещения опалубки по направляющим.

Туннельная опалубка применима и для возведения зданий, когда целесообразна продольная схема перемещения опалубки (больницы, дома отдыха, гостиницы). В этом случае возведение всех элементов этажа, включая и наружные стены, становится непрерывным. Для внутренних стен при перемещении опалубки оставляют поперечные щели, после установки инвентарной крупнощитовой опалубки через эти щели будет осуществлено бетонирование.

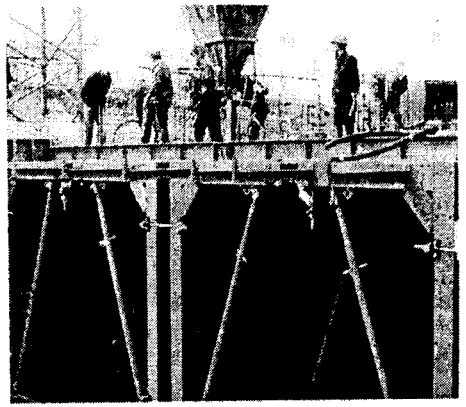
При наличии свободных блоков туннельной опалубки возможно применение ступенчатого бетонирования. В этом случае особенность технологии работ заключается в том, что одновременно возводятся ячейки здания на нескольких этажах со смещением фронта работ на одну ячейку относительно соседнего этажа. Внутренние стены будут возводиться позже, после перемещения опалубки в очередную ячейку с использованием инвентарной мелко- или крупнощитовой опалубки.

При возведении зданий с использованием горизонтально извлекаемых опалубок появляются дополнительные трудозатраты за счет создания специальных площадок для извлечения и временного размещения до перестановки на новое место опалубочных блоков.

23.3.1. МНОГОЦЕЛЕВАЯ ОБЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА ФИРМЫ «НОЕ»

Туннельная опалубка фирмы «НОЕ» представляет собой объемную опалубку, которая может быть использована как в комплекте, так и отдельными частями для одновременного возведения стен и перекрытий здания (рис. 23.5). Опалубка, как правило, со стальным покрытием состоит из стандартных элементов длиной 2,5 и 1,25 м и имеет модульную ширину 0,3 м, благодаря чему возможно бетонирование сооружений различных размеров по длине, ширине и высоте. Вследствие высокой точности изготовления элементов опалубки обеспечивается плотное примыкание элементов друг к другу, достигается гладкая и ровная поверхность бетона.

а)



б)

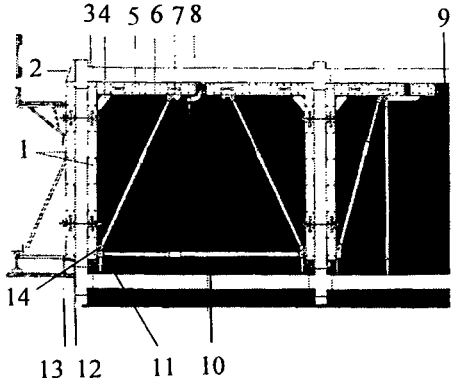


Рис. 23.5. Туннельная опалубка фирмы «НОЕ»:

а — общий вид; *б* — конструктивное решение; 1 — щиты опалубки стен; 2 — щит перекрытия; 3 — соединительный элемент Г-образных элементов туннеля; 4 — нижняя опора; 5 — верхняя опора; 6 — диагональная распорка; 7 — потолочная опорная консоль; 8 — опорный уголок; 9 — элемент выверки полутуннеля по высоте; 10 — колесики для передвижения туннеля; 11 — горизонтальный соединительный элемент туннеля; 12 — ходовая часть; 13 — рабочие подмости; 14 — цоколь для установки опалубки на новом ярусе

Имеющиеся механизмы позволяют качественно устанавливать и переставлять опалубку на новое место в короткие сроки. Сокращение сроков выдерживания бетона и досрочное распалубливание может быть обеспечено при дополнительном прогреве бетона.

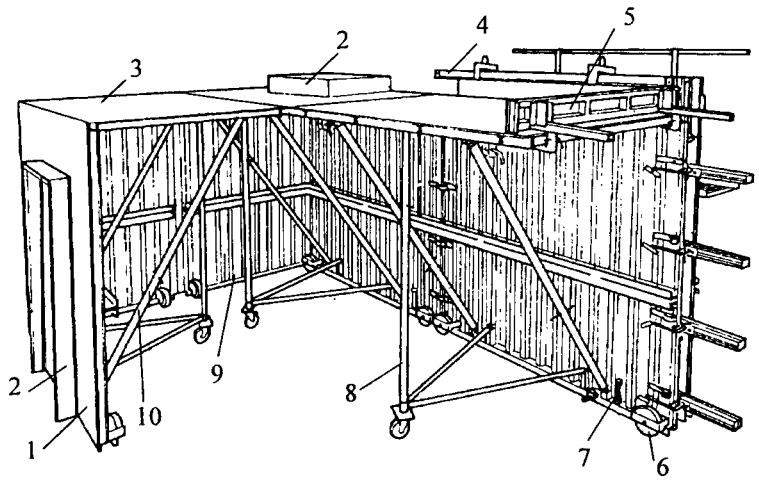
Наличие широкого спектра доборных элементов для палубы перекрытия и стен позволяет использовать опалубку при

ширине пролета от 1 до 7 м и по высоте до 7,5 м со вставками по 0,5 м. Имеющиеся откидные заглушки на опалубке перекрытий позволяют подгонять ее без переделки под изменившиеся размеры помещения по ширине.

23.3.2. ТУННЕЛЬНАЯ ОПАЛУБКА ФИРМЫ «УТИНОР»

Туннельная опалубка позволяет одновременно бетонировать стены и перекрытия, что существенно повышает монолитность, целостность и надежность конструкции. Опалубка состоит из нескольких элементов длиной 2,5 м, называемых *секциями*. Секция имеет прямоугольное сечение и состоит из двух вертикальных щитов высотой, равной высоте бетонируемой стены, и одного горизонтального щита, ширина которого соответствует ширине перекрытия. Каждая секция может быть разъединена на две полусекции с соединительным швом вдоль оси горизонтального щита. Этот туннель называют двухсекционным; если туннель изготовлен или используется в собранном виде, его называют односекционным.

Двухсекционный туннель создан на базе стандартной щитовой опалубки «Утинор» (рис. 23.6). Вертикальные панели имеют



Р и с. 23.6. Туннельная опалубка фирмы «Утинор»:

1 — вертикальная панель; 2 — проемообразователи с магнитными защелками; 3 — горизонтальная панель; 4 — опалубка для бетонирования цоколя; 5 — торец ограждающей стенки опалубки; 6 — роликовое колесо; 7 — регулировочный домкрат; 8 — центральная опорная стойка; 9 — задняя панель; 10 — подкос

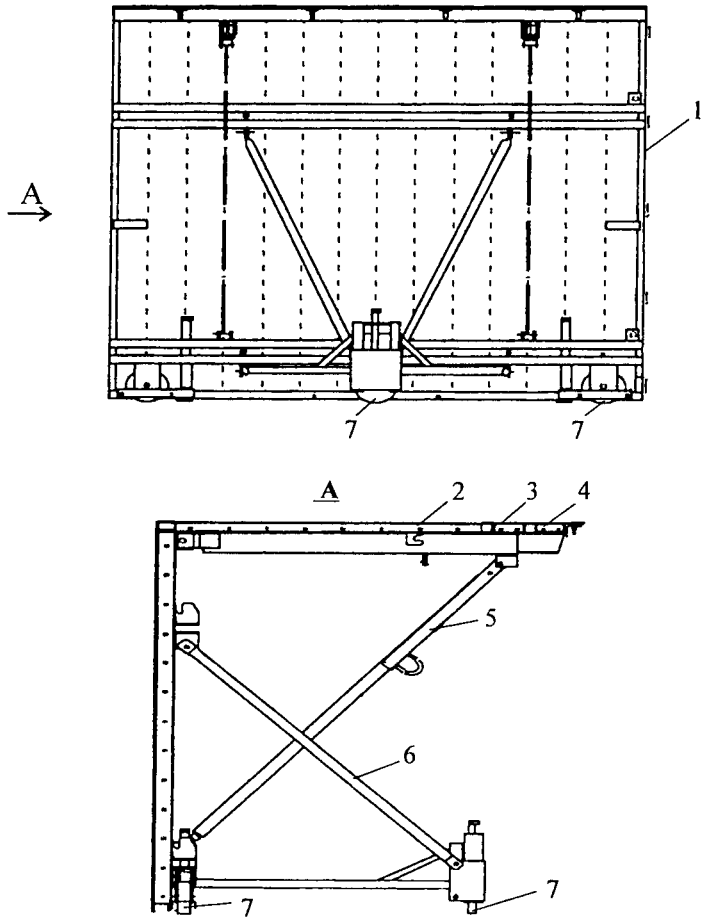
ту же конструкцию, что и стеновая опалубка со стальным листом толщиной 3 мм. Каждая стандартная панель длиной 1,25 и 2,5 м оснащена двумя винтовыми домкратами для выставления уровня по высоте и двумя роликовыми колесами. Отдельные туннели могут соединяться вместе в один элемент длиной от 3,75 до 12,5 м, при этом распалубливание будет осуществляться уже этими крупными модулями. Вертикальная панель не имеет фермы для восприятия давления бетонной смеси, поэтому в туннеле на трех уровнях с шагом 1,25 м предусмотрено крепление с помощью винтовых стяжек.

В вертикальных панелях соседних туннелей, устанавливаемых «лицом к лицу», предусмотрено отверстие для стягивания щитов третьей соединительной винтовой стяжкой (кроме двух в верхней и нижней частях щитов). Стандартная высота туннеля равна 2,43 м, что соответствует по высоте бетонирования стеновому щиту высотой 2,52 м.

Горизонтальная панель, изготовленная из металлического листа толщиной 3 мм, усилена элементами жесткости. Две вертикальные и горизонтальная панели соединены между собой путем сочленения в паз и стягивания болтами. Соединительный замок представляет собой штампованную стальную пластину с двумя просверленными рядами отверстий (один имеет боковой разрыв). Пластина, прижатая зацепными болтами двух полутуннелей, обеспечивает их соединение в один туннель, гарантируя при этом распалубочный зазор и правильную стыковку обоих элементов туннеля.

Раздвижные подкосы регулируются по высоте с помощью винтовых стяжек с переставными пальцами, что позволяет выставить панели под прямым углом и отрегулировать стрелу выпуклости. Каждая полусекция оборудована костылем с роликовым колесом, который вместе с нижней шарнирной тягой и роликовыми колесами вертикальных щитов образует распалубочную выкатную тележку и одновременно служит стойкой-подпоркой плиты в момент распалубки первой туннельной полусекции (рис. 23.7). В процессе установки опалубки и при бетонировании этот костыль, закрепленный шарнирно, отводят в сторону вертикальной панели опалубки.

Панели, образующие туннель, имеют очень точные размеры, что позволяет отливать цоколи стен с высокой точностью их положения. Опалубку цоколей используют вначале на нижнем перекрытии, а затем устанавливают с помощью направляющих шаблонов на вертикальные панели туннеля таким образом, чтобы цоколь служил продолжением бетонируемой стены. Цоколь бетонируют одновременно с плитой перекрытия, точ-



Р и с. 23.7. Конструктивное решение полутуннеля фирмы «Утинор»:

1 — панель вертикальная; 2 — то же, горизонтальная; 3 — то же, доборная; 4 — то же, выдвижная; 5 — шарнирный подкос; 6 — угловая распорка; 7 — роликовые колеса для перемещения полутуннеля на выносные консоли

но задавая размеры стены следующего этажа без дополнительной регулировки.

Пролет туннеля может быть увеличен за счет дополнительной вставки между горизонтальными панелями. Эта вставка оснащается регулируемыми стабилизаторами и остается вмонтированной в полутуннель.

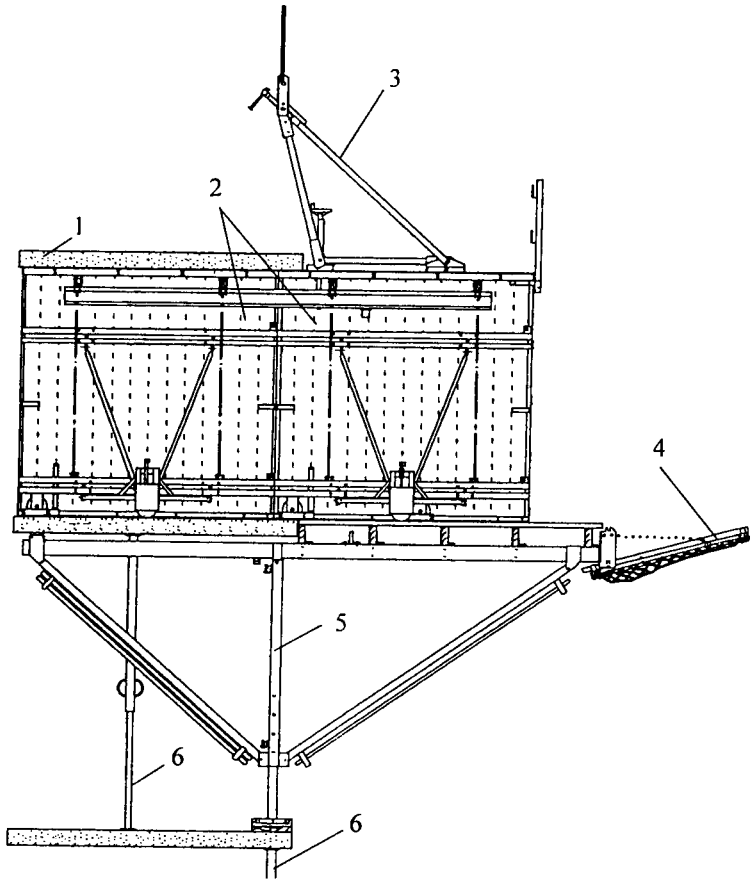
В особых случаях при бетонировании узких длинных пролетов представляется целесообразным работать с туннельной

опалубкой, оставляемой в собранном виде после распалубки. Для этого полусекции туннеля оборудуют шатунами и тягами. Распалубку осуществляют за счет укорачивания (путем ввинчивания) подкосов и тяг, тем самым подтягивая боковые стенки опалубки к центру. Одну полусекцию опускают ниже соседней и заводят внутрь ее на несколько сантиметров. В результате такого сближения вертикальных щитов и опускания горизонтальных с помощью домкратов образуются зазоры по всему периметру туннельной опалубки, достаточные для перемещения туннеля вдоль пролета.

Иногда необходимо одновременно забетонировать и внутренние поперечные стены, в этом случае в торце туннельной опалубки монтируют заднюю панель. Ее собирают из двух элементов с соединением в паз и закреплением соединительными замками с туннельной опалубкой. Эти панели оборудуют домкратами выставления уровня и роликовыми колесами. Соединение с вертикальными панелями туннеля аналогично угловому соединению стеновой опалубки. Так формируется одна сторона опалубки стены. Вторую сторону собирают из элементов мелкощитовой опалубки; соединение этих двух опалубочных панелей выполняют на винтовых стяжках.

Распалубку полусекций осуществляют путем опускания опорных домкратов, при этом горизонтальная панель отрывается от забетонированного перекрытия в результате опускания домкратов подкосов. Туннельную секцию перемещают путем поочередного выкатывания полусекций на распалубочные площадки-подмости (рис. 23.8), при этом, когда одна из полусекций демонтирована, перед демонтажом второй полусекции перекрытие подпирают опорными стойками в центре пролета по оси соединения полусекций до набора бетоном необходимой прочности. На распалубочной площадке на опалубочные вертикальные поверхности наносят смазку, далее полутуннель переставляют на новую захватку. Распалубочные и рабочие площадки предназначены для удобства выполнения работ по очистке и смазке опалубки, они обеспечивают безопасность и свободное перемещение рабочих, оснащены защитными сетками.

Для извлечения туннельной опалубки из забетонированной ячейки используют выкатные платформы. Их устанавливают между полом и верхним перекрытием, монтируют и перемонтируют на новое место с помощью крана по мере продвижения строительных работ. Если туннели извлекают с одной стороны здания, с противоположной стороны монтируют площадки-подмости для безопасного перемещения рабочего персонала от одной ячейки к другой. Если используют балансир, анало-



Р и с. 23.8. Распалубочные подмости с телескопической ногой фирмы «Утинор»:

1 — забетонированное перекрытие; 2 — связка из двух блоков туннельной опалубки; 3 — треугольная монтажная траверса; 4 — защитное ограждение; 5 — распалубочные подмости; 6 — временные промежуточные стойки

гичный применяемому при извлечении столовой опалубки, то выкатные подмости не нужны.

Высокая размерная точность туннельной опалубки позволяет механизировать отделку забетонированных и распалубленных поверхностей. Для работы с двухсекционной опалубкой требуется немного рабочих. Технологический процесс легко осваивается за счет повторяемости одних и тех же операций, причем доля тяжелого ручного труда минимальна.

Односекционная складывающаяся туннельная опалубка. Этот вид туннельной опалубки разработан с целью механизации всех регулировочных операций и дальнейшего сокращения ручного труда. Принцип действия опалубки основан на возможности сближения вертикальных панелей на необходимую для распалубки величину за счет эластичной деформации горизонтальной панели.

Вертикальные щиты с покрытием из металлического листа толщиной 3 мм имеют вертикальные и горизонтальные ребра жесткости, жесткую структуру, что позволяет для крепления с соседними щитами ограничиться установкой по высоте только двух винтовых стяжек. На верхнем ребре жесткости щитов закрепляют горизонтальные полубалки, которые в свою очередь с помощью шарниров соединены между собой и ориентированы вдоль оси туннеля. Горизонтальная панель опалубки, перекрывающая весь пролет туннеля, опирается на эти полубалки, а не на подкосы.

Горизонтальную панель соединяют с вертикальными панелями в паз и фиксируют болтами. В таком положении она находится при бетонировании и первичном наборе бетоном прочности. При распалубливании центральный шарнир, соединяющий две горизонтальные полубалки, опускается под растягивающим действием подкосов, в это время происходит синусоидальная деформация горизонтального щита. Вертикальные щиты также соединены между собой тягами на шатунах, оснащены роликовыми колесами и подъемными роликами для выставления уровня и распалубки. Односекционная туннельная опалубка с гидравлическим приводом автоматически переводится в рабочее положение для выполнения опалубочных операций. Распалубку также выполняют автоматически с помощью одновременно работающих домкратов, управляемых одним общим электрическим насосом. Домкраты приводят в действие жесткий вал, воздействующий одновременно на шатуны подкосов, на тяги и серьги подъемных роликов.

Для туннеля пролетом 6 и длиной 5 м достаточно двух гидравлических домкратов (по одному с каждой стороны) для приведения в действие всех четырех подкосов с каждой стороны туннеля, двух тяг и четырех подъемных устройств. Соединяют секции в единый опалубочный комплект только в распалубленном состоянии. Последовательно выполняют следующие операции:

• установку подкосов и тяг нужной длины с помощью винтовых домкратов;

• выставление опалубки на нужную высоту с помощью домкратов;

• растяжку опалубочной поверхности горизонтального щита запорным устройством, расположенным между горизонтальными полубалками.

Туннельная опалубка перемещается на роликовых колесах или специальных рулежных устройствах, устанавливаемых непосредственно под нижней обвязочной балкой вертикальных щитов.

Складывающаяся туннельная опалубка может быть оснащена задней панелью и верхней добавочной откидной вставкой на шарнире. С помощью стенового щита той же конструкции, что и вертикальная панель туннеля, можно одновременно бетонировать наружные стены на торцах здания, фасадах, стенах лифтовых шахт.

Извлекают туннельную опалубку из забетонированной ячейки, зацепляя ее стропами или балансиром. Туннельная опалубка может быть оснащена малогабаритными наружными вибраторами и инвентарными обогревательными устройствами для всепогодного проведения бетонных работ.

Механический, менее автоматизированный вариант сооружения туннеля требует больших затрат ручного труда. В этом случае подъем и опускание туннеля при распалубке осуществляют с помощью ручных винтовых домкратов, установленных в основании вертикальных панелей.

Модульная туннельная опалубка. Двухсекционную туннельную опалубку этого типа целесообразно применять на строительных площадках, где приходится бетонировать чередующиеся пролеты разной ширины. Горизонтальные панели опалубки раздвигают с помощью гидравлических устройств и к ним добавляют устанавливаемые вручную дополнительные вставки. Устойчивость туннельных полусекций за счет использования наклонных подпорок с роликовыми колесами позволяет обеспечивать достаточную прочность и жесткость при перемещении по опалубке, бетонировании и уплотнении бетонной смеси.

Туннельная опалубка может с успехом применяться круглый год в условиях сурового климата и при температуре наружного воздуха до −30°С. Закрыв с обоих торцов металлические туннели специальными теплозащитными шторками или изолировав туннель, можно создать в нем микроклимат с устройством тепляка, что позволяет осуществлять прогрев замкнутого пространства изнутри с помощью теплогенераторов, учитывая отличную теплопроводность металла опалубки. Использование солярки для прогрева бетона в зимнее время и интенсификации его твердения летом значительно сокращает расход электроэнергии и улучшает структуру бетона.

Важным направлением исследований фирмы «Утинор» является разработка технологии и организации работ с четко определенным суточным ритмом и специально рассчитанным температурным режимом бетонирования и выдерживания бетона, позволяющим поддерживать темп производства работ 4...6 дней на этаж в зависимости от его площади, конструктивного решения здания, наличия секций туннельной опалубки и разбивки в связи с этим здания на захватки. Суточный цикл работ состоит из следующей последовательности операций: распалубка конструкций, забетонированных накануне; перестановка туннельной опалубки на следующей захватке (рабочем участке); установка арматуры, закладных элементов, прокладка сетей; бетонирование; интенсификация твердения бетона (в том числе и в ночное время) для набора распалубочной площади к утру следующего дня. Технология предусматривает установку временных промежуточных опор-стоек при распалубливании конструкций.

Применение технологии фирмы «Утинор» с использованием туннельной опалубки позволяет снизить стоимость строительства по сравнению с крупнопанельным домостроением до 30% и также на треть сократить сроки строительства. При этом возрастает монолитность и надежность конструкции каркаса. Металлическая палуба обладает высоким качеством формующей поверхности, получаемые бетонные конструкции практически не требуют дополнительной доработки, исключается необходимость устройства цементной стяжки, значительно сокращается весь объем отделочных работ. Достигается высокая размерная точность всех элементов забетонированной конструкции. Использование оконных, дверных и прочих проемообразователей, крепящихся с помощью магнитных фиксаторов прямо на металлических щитах, дает возможность быстро и качественно устанавливать оконные и дверные рамы.

Пример 1. Туннельная складывающаяся опалубка с гидравлическим управлением:

Площадь, м^2:	
горизонтальной поверхности опалубки	266,6
вертикальной поверхности (стен)	107,0
Общая площадь, м^2	373,6
Объем укладываемого бетона, м^3	35
Численность персонала:	
бригадир	1
рабочие	8
Грузоподъемность подъемного крана на вылете 20 м, т	7,5
Производительность труда, м^2/ч	0,22

Примечание. Выкатывание туннелей осуществляют с помощью балансира, распалубочные подмости не применяют.

Ежедневные операции	График бетонных работ Часы работы									
	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17
Подготовка к распалубке										
Распалубка и перестановка										
Регулировка и фиксация, монтаж закладных элементов										
Армирование (установка и раскрепление)										
Бетонирование и отделочные работы										

Пример 2. Двухсекционная туннельная опалубка:

Площадь, м^2:
- горизонтальной поверхности опалубки 336
- вертикальной поверхности (стен) 56

Общая площадь, м^2 392
Объем укладываемого бетона, м^3 31
Численность персонала:
- бригадир 1
- рабочие 10

Грузоподъемность подъемного крана на вылете 30 м, т 4
Производительность труда, м^2/ч 0,25

Примечание. Выкатывание туннелей осуществляют с помощью треугольной траверсы на распалубочные подмости.

Ежедневные операции	График бетонных работ Часы работы									
	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17
Подготовка к распалубке										
Распалубка и перестановка										
Регулировка и фиксация, монтаж закладных элементов										
Армирование (установка и раскрепление)										
Бетонирование и отделочные работы										

Глава 24

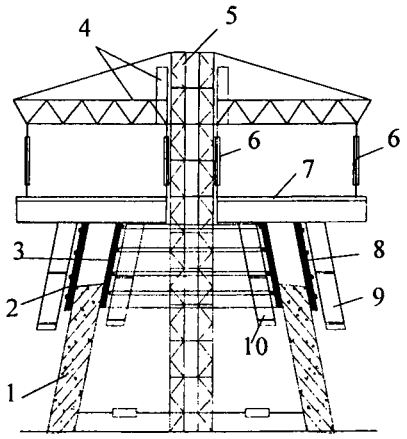
ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ОПАЛУБКАХ

24.1. Подъемно-переставная опалубка

Опалубку применяют для возведения специальных сооружений постоянного и переменного сечений по высоте, чаще всего имеющих конусообразную направленность вверх — труб, градирен, силосных сооружений и т. д. Опалубка состоит из наружных и внутренних щитов, отделяемых от бетона при установке на новый ярус, элементов креплений и поддерживающих устройств, рабочего настила и подъемных приспособлений (рис. 24.1).

Наружную опалубку набирают из панелей прямоугольной и трапециевидной формы, изготовленных из стального листа толщиной 2 мм, обрамленного металлическими уголками или влагостойкой фанерой толщиной 20...22 мм, устанавливаемой на металлический каркас. Размер прямоугольных панелей 2700 × 850 мм; у трапециевидных, служащих для придания наружной опалубке конической формы, высота составляет 2700 мм, ширина поверху — 818 мм, понизу — 850 мм. Панели соединяют крепежными приспособлениями, для стягивания наружной опалубки в местах расположения конечных панелей устанавливают стяжные элементы.

Внутреннюю опалубку собирают из двух ярусов щитов меньших размеров — 1250 × 550 мм. Для перемещения опалубки



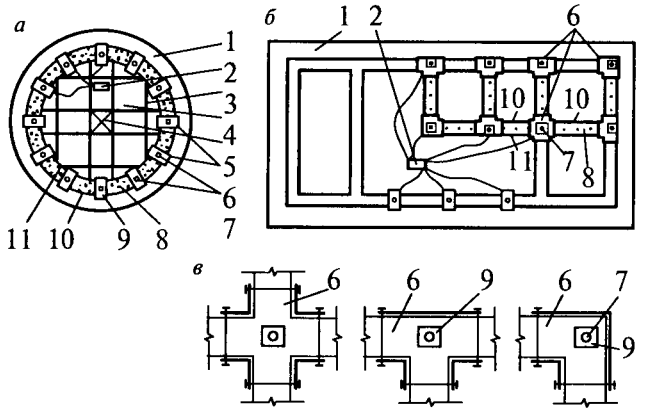
Р и с. 24.1. Подъемно-переставная опалубка:

1 — бетонируемая стена; 2 — наружные опалубочные щиты; 3 — внутренние опалубочные щиты; 4 — подъемное устройство; 5 — шахта опорно-подъемного устройства; 6 — подвески; 7 — рабочая площадка; 8 — опорные балки; 9, 10 — наружные и внутренние подвесные подмости

предусмотрена подъемная головка, опирающаяся на шахтный подъемник. При подъеме опалубки головка отрывается от подъемника на высоту 2,5 м, на этом цикл работ по возведению очередного яруса заканчивают, переставляют опалубку, наращивают дополнительное звено подъемника.

24.2. Скользящая опалубка

Скользящая опалубка подвижна, ее поднимают вверх без перерыва в бетонировании и применяют при возведении высотных железобетонных сооружений с монолитными вертикальными стенами постоянного, а в последнее время и переменного сечений. Применение опалубки особенно эффективно при строительстве высотных зданий (16...24 этажа) и сооружений с минимальным количеством оконных и дверных проемов, закладных деталей и элементов (рис. 24.2). К ним относятся хранилища различных материалов, дымовые трубы высотой до 400 м, градирни, ядра жесткости высотных зданий, резервуары для воды, радио- и телевизионные башни. Важным достоинством возведения таких объектов в скользящей опалубке является значительное повышение темпов строительства, снижение трудоемкости, стоимости, сроков работ.



Р и с. 24.2. Скользящая опалубка:

а — план для круглого сооружения; *б* — то же, для прямоугольного; *в* — варианты домкратных рам (для узла пересечения стен, примыкания и угла здания); 1 — рабочий настил; 2 — насосная станция; 3 — прогон; 4 — настил; 5 — шахтный подъемник; 6 — домкратные рамы; 7 — домкратные стержни; 8 — бетонируемая конструкция; 9 — домкраты; 10 и 11 — наружный и внутренний щиты опалубки

В отличие от сборных железобетонных сооружений в монолитных исключены стыки, что способствует улучшению эксплуатационных характеристик зданий. Скользящая опалубка позволяет расширить гамму архитектурно-планировочных решений, обеспечивает улучшение звукоизоляции сооружения, повышает теплотехнические характеристики здания. При возведении зданий в сейсмических районах решается проблема их надежности и сейсмостойкости.

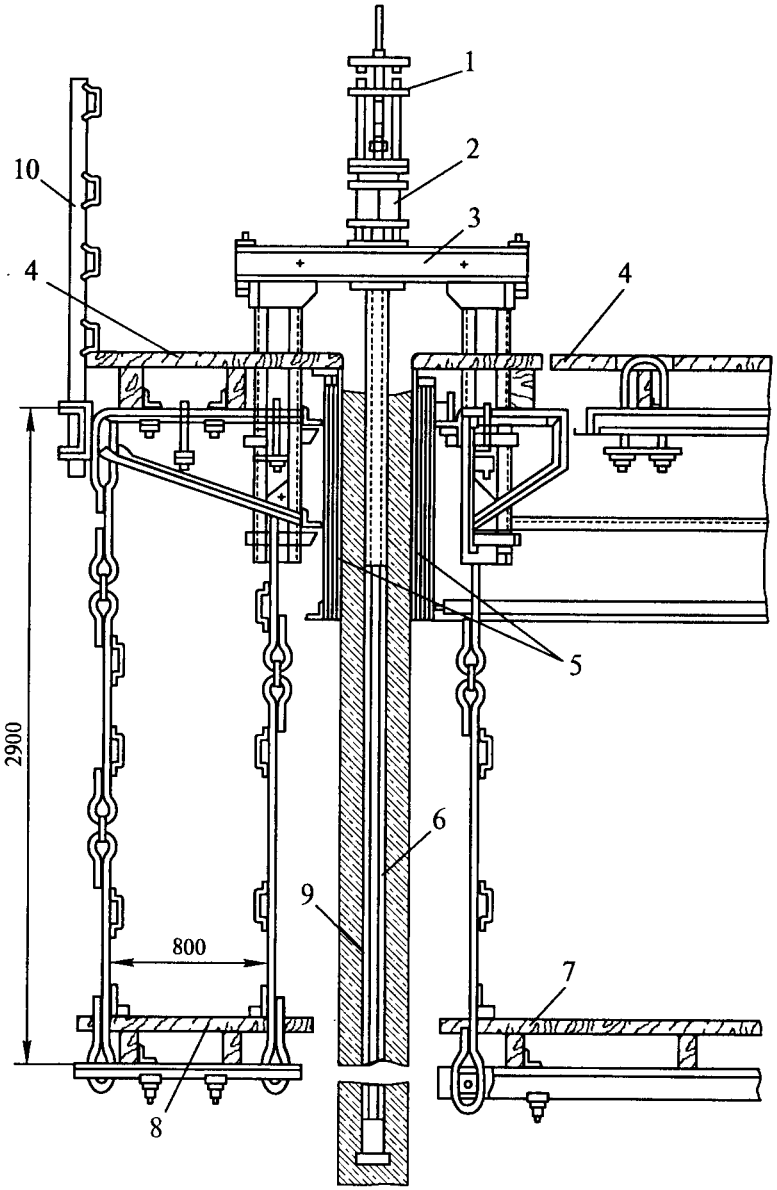
Монолитное домостроение в скользящей опалубке позволяет с использованием одного комплекта опалубки, путем его переналадки, осуществлять строительство зданий различного планировочного решения и разной этажности.

Опалубка эффективна, если ее использование предусмотрено для возведения нескольких рядом расположенных зданий. При возведении одиночных зданий опалубка окажется экономически эффективной при высоте здания не менее 25 м.

Опалубка состоит из двух одинаковой высоты внутренних и наружных щитов (рис. 24.3) неизменяемой конструкции. Неизменяемость щитов обеспечивается опалубочными балками, располагаемыми в два яруса по высоте щитов по всему их контуру с наружной и внутренней стороны. Балки, в свою очередь, передают усилия на металлические домкратные рамы, располагаемые над опалубкой по всему ее периметру и передающие массу всей опалубки на домкратные стержни диаметром 22...28 мм и длиной до 6 м. Вместо стержней могут быть применены трубы, расстояние между которыми, а значит и между домкратными рамами, определяется расчетами в зависимости от действующих на стержни нагрузок и не превышает 2 м при круглых стержнях и 1,2...1,4 м при прямоугольных. Несущая способность стержней должна быть больше всех действующих на них усилий и нагрузок. Домкратные стержни внизу крепят с помощью электросварки к арматурному выпуску из фундамента здания. Стержни наращивают по высоте, стык выполняют на резьбе; в нижнем стержне имеется выточка с внутренней резьбой, в верхнем стержне — хвостовик с наружной резьбой. Целесообразно, чтобы стыки соседних арматурных стержней располагались на разных уровнях.

На домкратных рамах сверху закреплены гидравлические или электрические домкраты, с их помощью одновременно поднимают все элементы опалубки по домкратным стержням.

На домкратные рамы и верхний ряд балок опирается с внутренней стороны рабочий настил, где находятся рабочие, необходимое для работ оборудование, материалы и наружный настил с ограждением. Также с наружной и внутренней сторон



Р и с. 24.3. Конструкция скользящей опалубки:

1 — регулятор горизонтальности; 2 — гидравлический домкрат; 3 — домкратная рама; 4 — рабочий настил; 5 — щиты опалубки; 6 — домкратный стержень; 7 — подвесные подмости внутренние; 8 — подвесные подмости наружные; 9 — металлическая труба; 10 — наружное ограждение

опалубки к домкратным рамам и рабочему настилу подвешены на цепных подвесках подмости, с которых выполняют работы по исправлению дефектов бетонирования, изъятию закладных деталей и проемообразователей.

Насосно-распределительная станция может располагаться на земле, но лучше, если она находится на рабочем настиле в зоне работ. По настилу прокладывают систему гидроразводок, соединяющих каждый домкрат с насосной станцией. Грузоподъемность домкратов 6...10 т, масса домкратов 15...21 кг, число одновременно работающих домкратов на объекте может достигать 160...200.

Большинство домкратных рам конструктивно решены с двумя стойками, но в местах примыкания и пересечения стен применяют рамы соответственно с тремя и четырьмя стойками (см. рис. 24.2, *в*).

Опалубку редко изготавливают из одного материала (древесины или металла), обычно она бывает деревометаллической. Настилы и балки при таком решении выполняют из древесины, остальные конструкции — из металла. Обшивку (внутреннюю поверхность щитов опалубки) чаще делают из листовой стали или влагостойкой фанеры, если опалубка предназначена для возведения 10 и более однотипных сооружений; при меньшем объеме работ применяют обшивку из деревянной клепки.

По конструкции щитов опалубку разделяют на крупно- и мелкощитовую. Последняя более универсальна, но трудоемкость ее монтажа и демонтажа значительно выше. При использовании мелких щитов их укрупняют с помощью элементов укрупнительных соединений. В крупноразмерных щитах балки входят в конструкцию щита. Щиты выполняют плоскими и криволинейными, что позволяет разнообразить архитектурные формы фасадов зданий.

Щиты опалубки обычно имеют высоту 1,1...1,2 м; их делают с 0,5%-й конусностью (уширением книзу), поэтому расстояние между щитами в верхней части меньше на 10...12 мм расстояния в нижней части опалубки. Для облегчения скольжения перед бетонированием внутренние стенки опалубки смазывают соляровым маслом.

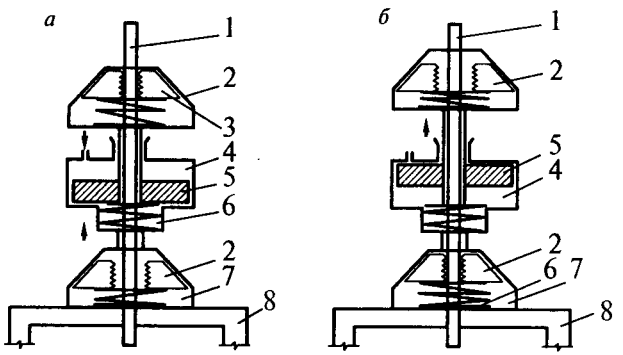
Минимальная толщина стенок бетонируемой конструкции определяется расчетом и равна 12 см. Необходимо обеспечивать такие порядок и темп работ, чтобы при подъеме опалубки не происходил отрыв бетона за счет сил трения. При толщине стенки 12 см масса бетона, свежеуложенного выше образовавшегося зазора между опалубкой и ранее уложенным бетоном, будет больше сил трения между бетоном и стенками

опалубки. Для колонн с учетом малой площади сечения при относительно большом периметре опалубки минимальная толщина стенок должна быть не менее 25 см.

Для подъема опалубки используют домкраты: ручные, гидравлические и электрические. Самые неудобные в работе ручные винтовые домкраты. Специфика их работы заключается в том, что на холостом ходу усилия от домкратной рамы и вес прилегающей к ней опалубки передаются на рядом расположенные домкраты, так как на новый ярус их поднимают попеременно. Этим объясняется низкий темп работ.

Домкратные стержни при использовании ручных винтовых домкратов остаются в теле конструкции и служат дополнительным, нерасчитываемым армированием, на которое затрачивается до 20% общего количества арматуры. При использовании электрических и гидравлических домкратов для предотвращения сцепления домкратного стержня с бетоном снизу домкрата присоединяют специальную трубку длиной до 1,2 м, образующую в бетоне канал, в котором свободно без сцепления с бетоном размещается домкратный стержень, который после завершения бетонирования вынимают.

Подъем скользящей опалубки осуществляют с помощью синхронно работающих гидродомкратов, приводимых в действие одновременно насосно-распределительной станцией с одного пульта управления. Гидравлический домкрат состоит из рабочего цилиндра, верхнего и нижнего зажимных устройств (рис. 24.4). Зажимное устройство включает в себя обойму, рас-



Р и с. 24.4. Схема работы гидравлического домкрата:

а — подъем опалубки; *б* — холостой ход; 1 — домкратный стержень; 2 — верхнее зажимное устройство; 3 — клиновидный зубчатый вкладыш; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — пружина; 7 — нижнее зажимное устройство; 8 — домкратная рама

точенную на конус, и шесть клиновидных зубчатых вкладышей, обжимающих гладкий домкратный стержень. В верхнюю часть цилиндра нагнетается рабочая жидкость, при этом поршень, связанный через шток с верхним зажимным устройством, остается на месте, так как вкладыш верхнего зажимного устройства заклинивает домкратный стержень. В это время цилиндр под действием давления рабочей жидкости поднимается вверх и тянет за собой нижнее зажимное устройство, которое автоматически отключается от домкратного стержня и через опорную плиту поднимает домкратную раму и соединенную с ней опалубку. При снятии давления цилиндр домкрата под действием нагрузки от опалубки стремится опуститься, в результате нижний зажим заклинивает домкратный стержень, поэтому домкрат остается неподвижным вместе с домкратной рамой и опалубкой. В момент заклинивания нижнего зажима поршень под действием возвратной пружины поднимается вверх, верхнее зажимное устройство расклинивается и скользит вверх вдоль домкратного стержня. При повторном нагнетании жидкости цикл повторяется, за один цикл система поднимается вверх на 20...30 мм.

Применение скользящей опалубки при непрерывной работе в три смены позволяет возводить сооружения на высоту 3...4 м в сутки. При таком темпе бетонирования стен в жилищном строительстве реально сооружать до одного этажа в сутки. Такой скорости не обеспечивают другие методы производства работ.

Подъем арматуры и бетонной смеси на рабочий настил осуществляют шахтным подъемником, смонтированным внутри возводимого сооружения, с помощью башенного крана и других приспособлений для вертикального перемещения грузов. Подъем и спуск рабочих осуществляют специальным подъемником, смонтированным рядом с шахтным или вне сооружения, а при относительно небольшой высоте возводимого сооружения по лестнице.

Подъем опалубки начинают сразу после укладки в нее бетонной смеси. Опалубочные щиты в процессе подъема не отрываются от бетона, а скользят по его поверхности. Скорость подъема опалубки составляет 1...4 см/мин. При такой скорости вполне достаточно времени для выполнения всего цикла бетонирования — установки арматуры, закладных частей и элементов, наращивания домкратных стержней, укладки и уплотнения бетонной смеси.

Возведение зданий в скользящей опалубке требует строгого выполнения технологических требований: высокое качество

бетонной смеси (подвижность, вязкость, удобоукладываемость), непрерывность бетонирования, строгая вертикальность движения опалубки, доставка бетонной смеси по графику бетонирования, непрерывность работ по установке арматуры.

Часть этих требований может быть смягчена. Бетонирование можно осуществлять не круглосуточно, а с перерывами, используя специальные добавки в бетонных смесях. Замедлители твердения бетона позволяют продлить срок схватывания до 18 ч. Перспективным является безвибрационный метод бетонирования, когда в опалубку укладывают сверхпластичную литую бетонную смесь с осадкой конуса 14...16 см со специальными добавками, в частности, суперпластификаторов. Смесь самоуплотняется без вибрирования при высоком качестве распалубленных поверхностей и высокой прочности бетона. В районах с холодным климатом, наоборот, можно применять добавки — ускорители твердения бетона, использовать его тепловую обработку с помощью инфракрасного излучения или электропрогрева.

Возведение жилых зданий в скользящей опалубке — комплексный процесс, который включает в себя установку и выверку опалубки, армирование конструкций, наращивание домкратных стержней, установку закладных деталей, проемообразователей для оконных и дверных блоков, уход за бетоном и т. д. Эти процессы должны быть увязаны во времени. Армирование стен следует осуществлять параллельно с бетонированием, без отставаний, проемообразователи необходимо устанавливать до монтажа и вязки арматурных каркасов.

Каждый строительный процесс выполняет специализированное звено рабочих, возведение объекта в скользящей опалубке — комплексная бригада. Так как ведущими процессами являются укладка и уплотнение бетонной смеси, то принятой скорости бетонирования должны быть подчинены все остальные процессы. Для поточного производства работ здание разбивают на захватки, на каждой из которых в конкретный момент выполняют определенную работу. По завершении процесса звено рабочих переходит на соседнюю захватку, предоставляя прежний участок работы другому звену. При непрерывном процессе работ особое внимание уделяется средствам механизации, обеспечению их стабильной работы. Выход из строя одного механизма приведет к нарушению ритма потока.

Здания в скользящей опалубке возводят с использованием башенных кранов. На возведении зданий высотой до 16 этажей применимы краны на рельсовом ходу, при большей этажности — приставные. Кран должен обязательно обслуживать

всю зону работ, включая склады, площадки приема бетона, подачу бетонной смеси в бадьях и арматуры в зону производства работ, обслуживать подъездные пути. При подаче бетонной смеси бетононасосами на земле должна быть предусмотрена специальная площадка для приема смеси, достаточная для одновременного размещения на ней не менее двух автобетоносмесителей.

Бетонная смесь подвижностью 6...8 см считается оптимальной. Применение литой смеси сокращает до минимума трудоемкость разравнивания, уплотнения и отделки горизонтальных поверхностей, в том числе и перекрытий. Даже при отсутствии пластифицирующих добавок бетонная смесь может иметь подвижность 4...6 см и подаваться в конструкции с помощью пневмоустановок.

На начальном этапе бетонирования по периметру сооружения укладывают ярус высотой 70...80 см слоями 20...30 см с обязательным виброуплотнением. После набора бетоном требуемой начальной прочности опалубку начинают поднимать со скоростью 20...30 см/ч с одновременной укладкой бетонной смеси слоями. С учетом транспортирования с завода, перегрузок, укладки слоями, бетонную смесь приготавливают с использованием замедлителей схватывания не менее чем на 3 ч. Для укладки смеси в опалубку могут быть использованы бункеры, мото- и ручные тележки, оптимальным можно считать применение бетононасосов с распределительными стрелами. Желательно бетонную смесь укладывать сразу по всему периметру сооружения, каждый последующий слой — до схватывания ранее уложенного.

В традиционной форме скользящей опалубки с расположением опорных внутри нее стержней имеется много недостатков: сложность, а иногда и невозможность установки арматуры в виде сеток, пакетов, каркасов, невозможность устройства больших проемов в стенах.

Применение опалубки требует большого объема вспомогательных работ по устройству проемов, высока трудоемкость устройства перекрытий, все это ограничивает применение опалубки в жилищном строительстве. Дополнительные недостатки опалубки — сложность контроля вертикальности сооружения и необходимость использования бетонов более высоких марок.

Сдерживающими факторами развития и широкого распространения скользящей опалубки являются:

- резкое удорожание работ в зимних условиях;
- использование рабочих только высокой квалификации;

• резкое снижение эффективности при нарушении технологического процесса;

• большие затраты на ликвидацию дефектов бетонирования.

Одним из конструктивных решений может быть автоматизация работы гидродомкратов, в частности использование режима «шаг на месте», позволяющего исключить прилипание опалубки к бетону при остановке подъема системы. Этот режим служит и другой, более важной цели — строго горизонтальное выравнивание опалубки. При подъеме опалубки может произойти ее перекос. При заданном уровне остановки подъема домкратов тот из них, который достиг этого уровня, начинает топтаться, поджидая выравнивания остальных.

Другим решением, повышающим индустриальность и технологичность работ в скользящей опалубке, является переход от скользящего непрерывного движения щитов к их цикличному подъему. Для этой цели используют отрывные щиты с системой шагающих электромеханических подъемников. В основу технологии положен принцип остановки опалубочной системы после бетонирования яруса на высоту ¼ высоты этажа, или на 70...80 см. Бетонирование при этом ведут традиционно. После достижения бетоном заданной начальной прочности осуществляют отрыв щитов от бетона и перестановку (перемещение) их на новую отметку яруса. При этом подъем всей системы осуществляют электромеханическими подъемниками, опирающимися на телескопические стержни с опорными башмаками. Механизм подъема настраивают на обеспечение хода, равного высоте бетонируемого слоя, или 70...80 см.

Рассмотренная технология достаточно эффективна. Повышается качество поверхностей, исключаются дефекты бетонирования, связанные с перерывами в подаче бетонной смеси. Технологические перерывы способствуют лучшей организации выполнения всех сопутствующих работ. Применение отрывных щитов позволяет увеличить долговечность их эксплуатации, использовать в качестве палубы водостойкую фанеру, что значительно повышает качество бетонируемой поверхности и снижает массу щитов.

Существуют системы скользящей опалубки, где домкратные стержни вынесены за пределы бетонируемой конструкции. Они расположены снаружи с двух сторон от опалубки и раскреплены в пространственных каркасах. Такое решение позволяет облегчить извлечение домкратных стержней из конструкции, упрощает установку арматурных каркасов, устройство оконных, дверных и других проемов, укладку в опалубку любых закладных деталей, но одновременно возникает проблема обеспечения устойчивости домкратных стержней.

При возведении стен в скользящей опалубке могут быть использованы следующие варианты устройства междуэтажных перекрытий:

а) из сборных железобетонных плит размером на комнату после возведения стен;

б) монолитные, бетонируемые «снизу вверх» также после возведения стен;

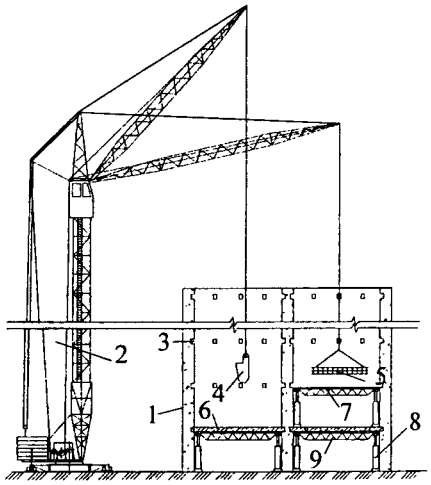
в) монолитные, когда совмещают бетонирование стен и перекрытий поэтажным способом;

г) монолитные перекрытия, бетонируемые «сверху вниз»;

д) монолитные перекрытия, бетонируемые в процессе возведения стен с отставанием на два-три этажа.

Вариант «а». Рассмотрен подробно при описании возведения крупнопанельных зданий.

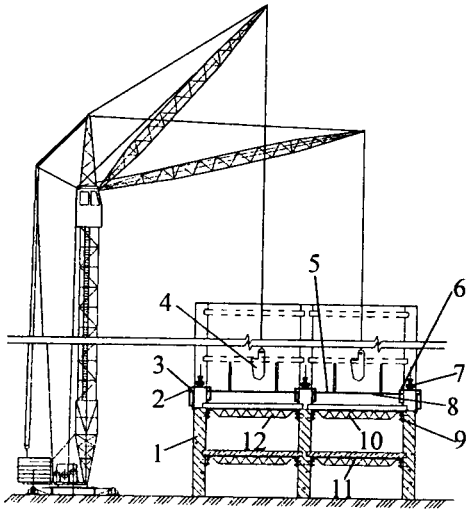
Вариант «б». При устройстве монолитного перекрытия «снизу вверх» используют крупнощитовую инвентарную опалубку, щиты которой укладывают на инвентарные прогоны и стойки. Для армирования используют сетки, которые приваривают к армокаркасам стен через штрабы, оставляемые в стенах при бетонировании. Бетонирование ведут поэтажно, к работам на новом ярусе приступают после полного завершения работ на предыдущем перекрытии. Демонтаж опорных стоек и ригелей осуществляют после приобретения бетоном распалубочной прочности с учетом нагрузок от вышележащих перекрытий (рис. 24.5).



Р и с. 24.5. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «снизу вверх»:

1 — монолитные стены; 2 — кран; 3 — оставленные при бетонировании гнезда; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — армокаркас; 6 — опалубка перекрытия; 7 — фермочный прогон; 8 — телескопическая стойка; 9 — монолитное перекрытие

Вариант «в». При поэтажном способе бетонирование перекрытий совмещают с возведением стен. Для удобства ведения работ внутренние щиты опалубки делают короче наружных на толщину перекрытия. После завершения бетонирования стен



Р и с. 24.6. Бетонирование междуэтажных перекрытий цикличным методом:

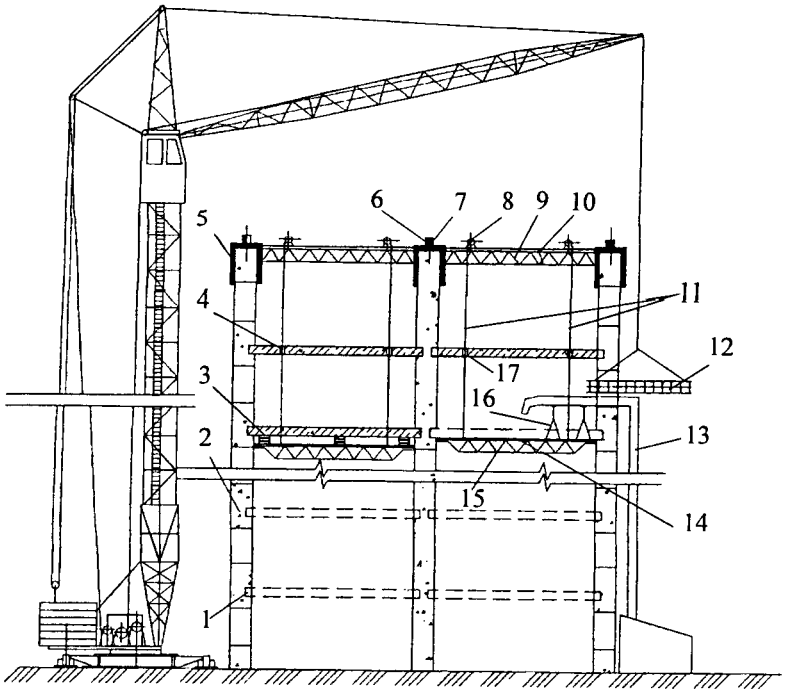
1 — монолитные стены; 2 — домкратная рама; 3 — наружные удлиненные щиты; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — рабочий стол; 6 — внутренние опалубочные щиты; 7 — гидродомкрат; 8 — съемные щиты рабочего стола; 9 — анкеры для крепления прогона; 10 — фермочный прогон; 11 — монолитное перекрытие; 12 — опалубка монолитного перекрытия

на высоту этажа скользящую опалубку устанавливают строго на уровне перекрытия, ниже уровня рабочего настила. Далее устанавливают опалубку междуэтажного перекрытия, опирающуюся на прогоны, которые сами крепятся с помощью анкеров к стенам. Армокаркасы и бетонную смесь подают краном через монтажные отверстия в рабочем настиле скользящей опалубки. После завершения бетонирования перекрытия приступают к бетонированию следующего этажа. При данной, чрезвычайно трудоемкой и неудобной технологии обязательна остановка опалубки при бетонировании перекрытий, что усложняет технологию ведения работ (рис. 24.6).

Вариант «г». Способ бетонирования перекрытий «сверху вниз» нашел распространение в США, Швеции и других странах. Способ используют при возведении стен на полную высоту. Не демонтируя скользящую опалубку, на ее рабочем настиле устанавливают специальные лебедки с гибкими тягами, на которых подвешивается инвентарная опалубка перекрытий, состоящая из инвентарных телескопических прогонов и щитов. После закрепления опалубки и армирования осуществляют бетонирование с применением бетононасосов. После приобретения бетоном распалубочной прочности опалубку демонтируют и перемещают ее вниз на отметку следующего перекрытия (рис. 24.7).

Достоинства скользящей опалубки:

- комплект опалубки можно использовать для зданий разной планировки;
- высокая пространственная жесткость и устойчивость к сейсмическим нагрузкам;



Р и с. 24.7. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «сверху вниз»:

1 — гнезда; 2 — стена; 3 — пневматическое отрывное устройство; 4 — монолитное перекрытие; 5 — домкратная рама; 6 — домкратный стержень; 7 — гидродомкрат; 8 — тормозные устройства; 9 — опалубочный щит; 10 — рабочий настил; 11 — гибкие тяги; 12 — армокаркас; 13 — бетоновод; 14 — опалубка перекрытия; 15 — несущая ферма опалубки перекрытия; 16 — стойка; 17 — гильза

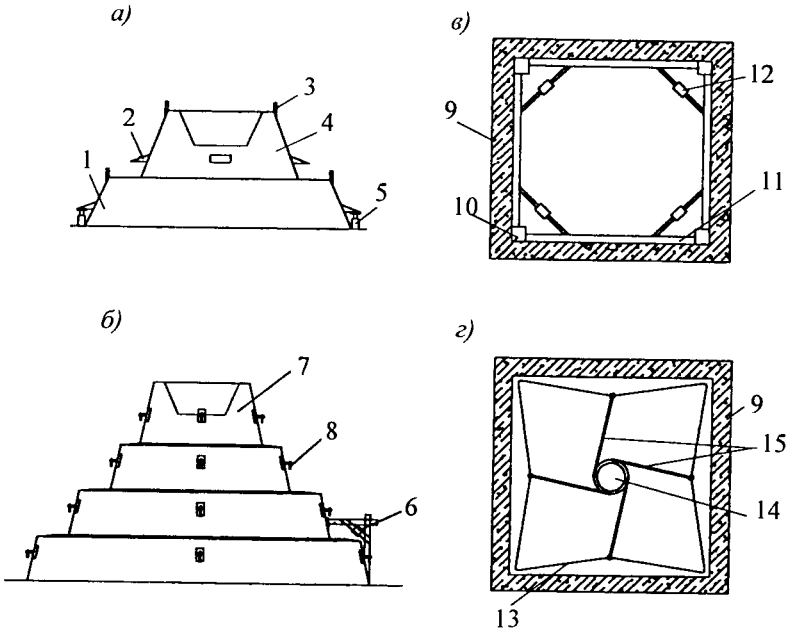
- трудозатраты ниже, чем при строительстве кирпичных и блочных зданий;
- высокая скорость бетонирования (до 4 м/сут);
- резкое сокращение затрат на базу стройиндустрии.

24.3. Блок-формы

Эта пространственная конструкция нашла широкое применение в практике монолитного строительства, так как позволяет изготавливать различные конструктивные элементы зданий. Получили распространение универсальные, разъемные и переналаживаемые блок-формы, собираемые в основном из

стальных щитов на разъемных, шарнирных креплениях или при помощи сварки.

Наиболее часто блок-формы применяют для ступенчатых фундаментов. Для возведения фундаментов небольших размеров (объемом 1,5...2 м^3) используют *неразъемную опалубку* (рис. 24.8, *а*). В ней палуба ступеней располагается с небольшой конусностью, что значительно снижает силы трения, возникающие при распалубливании. Использование различных вставок и доборных элементов позволяет использовать одну форму для изготовления 10...20 типоразмеров фундаментов. Каждый элемент блок-формы имеет конусность и предназначен для бетонирования одной из частей фундамента или его ступени. Для отрыва форм от бетона используют монтажные механизмы — краны (при достаточно большом запасе их грузоподъемности), но наиболее часто для этой цели применяют



Р и с. 24.8. Блок-формы и блочные опалубки:

а — неразъемные блок-формы фундамента; *б* — разъемные блок-формы фундамента; *в* — крупноблочная опалубка со стяжными муфтами; *г* — то же, с гибкими щитами; 1 — блок подколонника; 2 — кронштейн для упора домкратов; 3 — монтажная петля; 4 — блок ступени фундамента; 5 — домкрат; 6 — отрывное устройство; 7 — замок; 8 — блок-форма стороны фундамента; 9 — бетонируемая конструкция; 10 — элемент каркаса опалубки; 11 — щит опалубки; 12 — стяжная муфта; 13 — гибкий щит опалубки; 14 — центральная поворотная стойка; 15 — тяги к щитам

домкраты, которые опираются через подкладки на блок-форму нижерасположенного яруса; верхняя часть поршня домкрата упирается в специальные кронштейны с четырех сторон формы. Благодаря возникающим усилиям блок-формы отрываются от бетона. Для самого нижнего яруса блок-формы подкладки под домкраты устанавливают на землю или готовое бетонное основание.

Для экономии времени и трудозатрат на строительной площадке используют предварительную сборку блочной опалубки вне площади возводимого объекта и в ряде случаев вне строительной площадки. Доставленные к месту установки опалубочные блоки можно сразу же устанавливать в проектное положение. Монтируют и демонтируют такие блоки с помощью крана. Иногда в блочную опалубку заранее помещают и закрепляют арматурный каркас и затем весь блок устанавливают в проектное положение. Такую конструкцию, состоящую из арматурного каркаса и опалубки, называют *арматурно-опалубочным блоком.*

Применяют универсальные блок-формы ЦНИИОМТП. Они состоят из блока-подколонника и объемных щитов ступенчатой части фундамента высотой 0,3 и 0,6 м и длиной от 1,2 до 2,1 м с шагом 30 см. Положение щитов при установке опалубки обеспечивается специальными фиксаторами. Готовую блок-форму снабжают специальными механическими домкратами, гарантирующими распалубку отдельных щитов без нарушения поверхности и структуры бетона. Конструкция блок-формы достаточно жесткая, что обусловлено наличием специальных ребер и надежной фиксацией отдельных щитов.

Для изготовления более массивных конструкций фундаментов используют *переналаживаемые* или *разъемные* блок-формы (рис. 24.8, *б*). Разъемные формы выполняют из четырех жестких панелей, соединенных в углах замками, которые позволяют им перемещаться относительно друг друга на шарнире без отсоединения. Замки устанавливают на противоположных щитах блока по два с каждой стороны. Замки раскрывают с помощью рычага.

Применяют опалубочные формы для бетонирования ступенчатых фундаментов, когда металлическая опалубка образует одну из сторон всего фундамента. Четыре независимых крупных щита опалубки для типовых фундаментов в углах примыкания соединяются жесткими пластинами с закреплением клиньями.

Для отрыва опалубки от бетона и раздвижки створок используют отрывные приспособления, приваренные на всех плоскостях опалубки. Применяют съемные винтовые домкраты.

Число отрывных устройств принимают из расчета 1 домкрат на 0,6 м^2 опалубочной поверхности и не менее трех на опалубочный щит ступенчатой части фундамента. Форма отрывается от забетонированного фундамента после ослабления креплений в узлах за счет последовательного вращения винтовых домкратов на всех поверхностях, начиная с верха формы.

Блочная опалубка применима при возведении колонн жилых и общественных зданий. Конструкция опалубки представляет собой наружную жесткую раму, на которой посредством кривошипа смонтированы щиты опалубки на полную высоту колонны. Щиты имеют каркасную конструкцию, палуба выполнена из листового металла. При отрыве опалубки от забетонированной конструкции происходит раскрытие щитов, вслед за ними начинает подниматься рама. И наоборот, при опускании опалубки щиты под собственной массой сближаются и устанавливаются в рабочее положение с помощью шарнирно-рычажного механизма. Вертикальность формы достигается четырьмя винтовыми домкратами, расположенными на основании рамы. С использованием такой опалубки можно бетонировать колонны сечением от 40 × 40 до 60 × 60 см и высотой до 4 м.

Блок-формы до полного износа оборачиваются 200...300 раз. Их применение в большинстве случаев оказывается экономичнее разборно-переставной опалубки благодаря значительному снижению затрат труда.

24.4. Блочная опалубка

Конструктивное решение блочной опалубки позволяет возводить как полностью монолитные, так и сборно-монолитные общественные и жилые здания. Предпочтение тому или иному варианту отдается по результатам технико-экономического сравнения с учетом развития индустрии сборного железобетона, наличия транспортных путей и климатических условий региона строительства. Часто применяют комбинированное сочетание монолитного и сборного железобетона:

- монолитные наружные и внутренние стены и сборные перекрытия;
- монолитные внутренние стены и сборные наружные стены и перекрытия;
- монолитные внутренние стены, сборные перекрытия и сборно-монолитные наружные стены.

Расширяется номенклатура объемно-блочных элементов заводского изготовления и полной готовности — санузлы, элементы лоджий, лифтовые шахты, кухни, мусоропроводы, лестничные марши и т. д.

При поточном методе возведения жилых зданий их обязательно разбивают на захватки с приблизительно одинаковыми объемами работ по отдельным процессам — монтажу опалубки, установке арматуры, бетонированию, монтажу сборных элементов.

Крупноблочную опалубку с металлической палубой часто применяют для бетонирования замкнутых ячеек стен при небольших пролетах. Она представляет собой опалубку ячейки, состоящую из четырех стен, объединенных в единый блок, целиком устанавливаемый и впоследствии извлекаемый после бетонирования краном. Перед демонтажом с помощью механических или гидравлических домкратов откидываются вставки и сближаются щиты опалубки. При устройстве внутренних стен и перегородок с применением блочной опалубки может быть дополнительно задействована и крупнощитовая опалубка. Сначала устанавливают блоки блочной опалубки, которые соединяются между собой тягами. Затем, при необходимости, устанавливают панели и отдельные щиты крупно- и мелкощитовой опалубки.

Наиболее целесообразно использовать крупноблочную опалубку для бетонирования лифтовых шахт и стен лестничных клеток. Конструктивно крупноблочная опалубка решена в двух вариантах. В первом варианте смежные щиты соединены в узлах тягами с винтовой муфтой (рис. 24.8, *в*). Сдвигая и раздвигая тяги в муфтах, можно как устанавливать объемный блок в проектное положение, так и отрывать его от бетона. Второй вариант отличается тем, что опалубку изготавливают с четырьмя гибкими щитами, которые при распалубливании изгибаются, после чего их отрывают от бетона и стягивают к центру забетонированной ячейки.

Для отрыва используют гидравлические или механические домкраты; центральную поворотную стойку, на которой шарнирно закреплены тяги, соединенные также шарнирно с гибкими щитами. При распалубке вращением центральной стойки угловые щиты изгибаются и притягиваются к центру. Устанавливают опалубку в рабочее положение обратным вращением стойки (рис. 24.8, *г*).

При монтаже опалубки лифтовой шахты первоначально блок опалубки ставят на опорное днище и опорные кронштейны в гнездах забетонированной стены нижнего яруса. При

установке в рабочее положение «сжатая» в процессе перемещения блочная опалубка «разжимается», занимая место по периметру стен нижнего яруса. Затем с наружной стороны монтируют панели и щиты крупнощитовой опалубки, соединяя их между собой тягами.

Соединение армокаркасов лучше организовать методом вязки или другим безогневым (имеется в виду сварка) способом. Искры и капли расплавленного металла прожигают смазку опалубочных щитов, что приводит к ухудшению качества забетонированных поверхностей и более ранней отбраковке щитов палубы.

Бетонирование на захватке при использовании крупноблочной опалубки осуществляют после завершения всех предшествующих процессов, бетонную смесь укладывают непрерывно слоями толщиной до 50 см без перерывов и на всю высоту опалубки; рабочих участков должно быть не менее четырех. Каждый последующий слой укладывают до начала схватывания предыдущего и тщательно уплотняют глубинными вибраторами. До начала бетонирования должны быть обязательно установлены или уложены вкладыши, каналообразователи для последующей протяжки электро- и слаботочной проводки.

Опалубку демонтируют при достижении бетоном распалубочной прочности. Для керамзитобетонных стен она может быть достигнута через 24 ч.

Демонтированные элементы опалубки опускают на площадку складирования для ремонта, очистки и смазки. Последовательность демонтажа опалубки следующая. Сначала демонтируют наружные и внутренние панели опалубки, торцевые и угловые щиты, только после этого блоки опалубки. Для демонтажа используют специальные устройства для отрыва щитов: клинья, струбцины, механические и гидравлические домкраты.

Оптимальной организации и технологии работ можно добиться, если здание разбивают на 3...4 захватки, комплект опалубки рассчитан на одну или даже две захватки, работы ведут поточным способом.

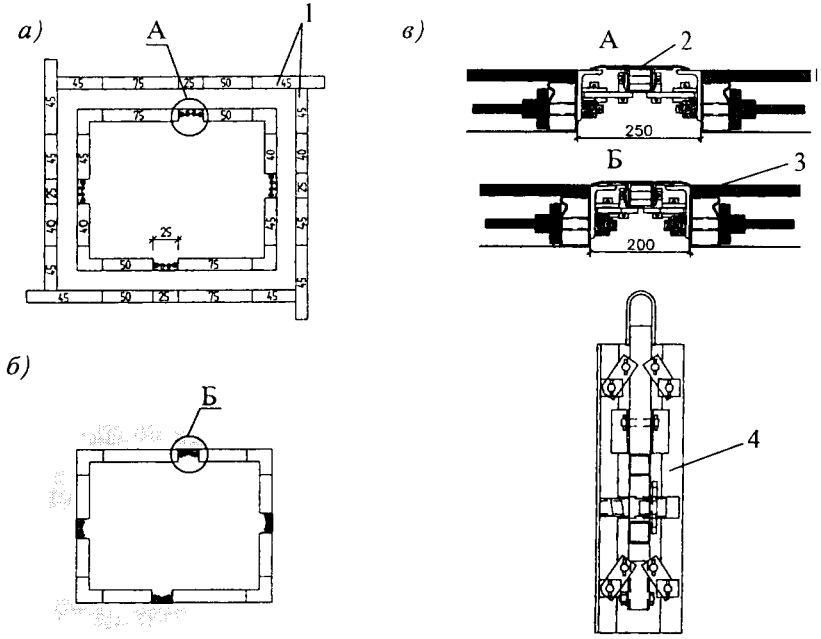
Этапы работ (потоки) следует выполнять в следующем порядке:

- установка опалубки перекрытия на захватке;
- бетонирование данного перекрытия;
- монтаж блочной опалубки и бетонирование стен;
- демонтаж опалубки стен после набора распалубочной прочности;
- демонтаж опалубки перекрытий;
- установка опалубки перекрытия на новом ярусе.

Целесообразно, чтобы щиты наружных стен включали в себя нижние и верхние опорные пояса. После бетонирования при распалубке демонтируют щит наружной стены вместе с нижним поясом, а замоноличенный верхний пояс служит маяком (цоколем) для установки на него щита опалубки верхнего этажа. Такое решение позволяет существенно повысить точность возведения конструктивных элементов и дополнительно закрепить наружные площадки и панели опалубки.

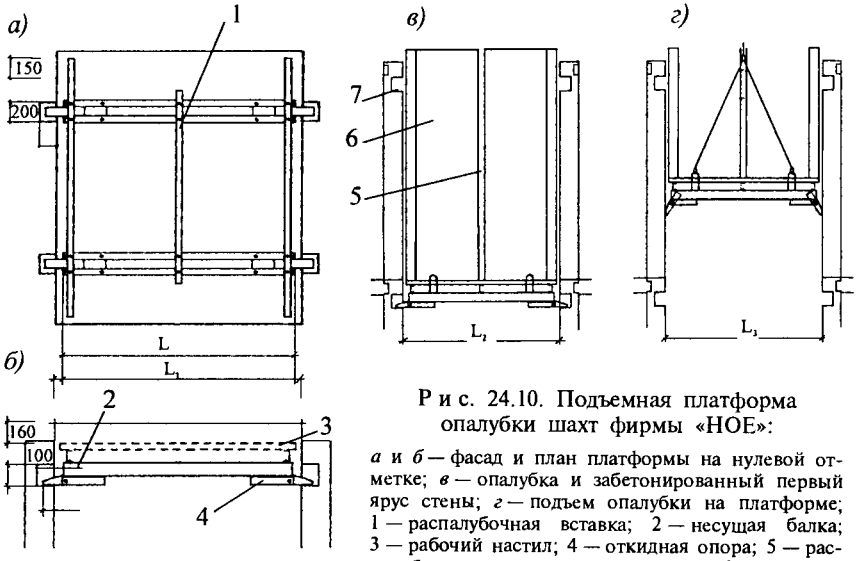
24.5. Крупноблочная опалубка для шахт

Опалубочные щиты и внутренние угловые элементы из стандартных элементов опалубки стен вместе с распалубочными элементами образуют быстро монтируемый внутренний опалубочный блок фирмы «НОЕ» (рис. 24.9). Опалубку шахт первоначально целесообразно установить на подъемном столе



Р и с. 24.9. Опалубка для шахт и ядер жесткости фирмы «НОЕ»:

а и *б* — внутренняя опалубка в рабочем и сжатом состоянии при подъеме; *в* — распалубочные вставки; 1 — щиты стандартной щитовой опалубки стен; 2 — распалубочное пружинное устройство; 3 — то же, при подъеме в сжатом состоянии; 4 — распалубочная вставка



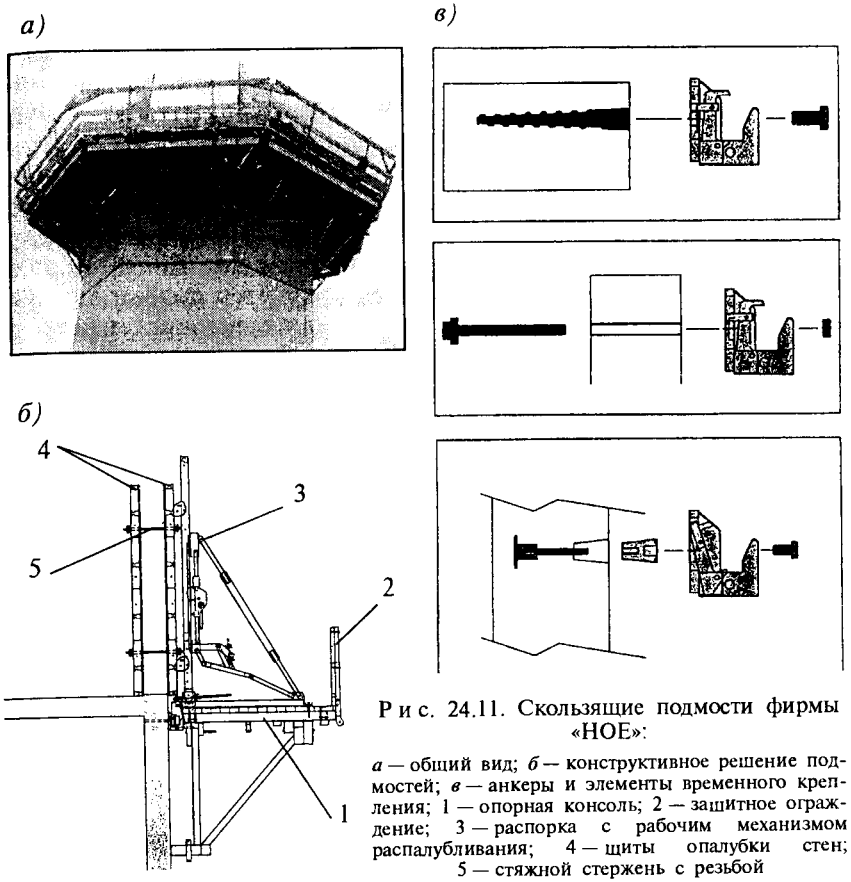
Р и с. 24.10. Подъемная платформа опалубки шахт фирмы «НОЕ»:

а и *б* — фасад и план платформы на нулевой отметке; *в* — опалубка и забетонированный первый ярус стены; *г* — подъем опалубки на платформе; 1 — распалубочная вставка; 2 — несущая балка; 3 — рабочий настил; 4 — откидная опора; 5 — распалубочное пружинное устройство; 6 — опалубка шахты; 7 — проем для откидных опор

(рис. 24.10) и соединить с распалубочными элементами. Высота бетонирования зависит только от скорости укладки и уплотнения бетонной смеси, для многоэтажного жилищного строительства ярус бетонирования принимают равным высоте этажа. В процессе распалубливания и подъема крупноблочной опалубки распалубочные элементы автоматически складываются для беспрепятственного перемещения блока на новую позицию.

Опалубка «НОЕ» имеет конструктивное решение из стандартных щитов с четырьмя стяжными распалубочными элементами, что позволяет переставлять внутреннюю опалубку шахты целиком за один прием при поднятии краном всего блока. При этом распалубочные элементы благодаря своему конструктивному решению автоматически сжимаются на 2,5 см, обеспечивая подъем всей конструкции на новый ярус.

Если возведение ядра жесткости сооружения опережает возведение всех остальных конструкций, целесообразно применить скользящие подмости системы «НОЕ» (рис. 24.11). Подвешенные на два анкера подмости выдерживают значительную нагрузку, главное обеспечить точную установку подвесных анкеров. Перестановка подмостей по вертикали допустима только при наборе бетоном достаточной прочности и несущей способности.



Р и с. 24.11. Скользящие подмости фирмы «НОЕ»:

а — общий вид; *б* — конструктивное решение подмостей; *в* — анкеры и элементы временного крепления; 1 — опорная консоль; 2 — защитное ограждение; 3 — распорка с рабочим механизмом распалубливания; 4 — щиты опалубки стен; 5 — стяжной стержень с резьбой

Глава 25

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПАЛУБКАХ

25.1. Пневматическая опалубка

Для возведения сооружений и отдельных элементов криволинейной поверхности экономически целесообразно использовать пневматическую опалубку. Ее успешно применяют для возведения коллекторов, покрытий купольных сооружений диаметром до 36 м и сводчатых тонкостенных конструкций при пролете 12...18 м. С помощью пневмоопалубки можно

возводить склады, производственные здания, ангары для разнообразной техники, хранилища зерна и удобрений, системы коллекторов и трубопроводов, спортивные сооружения.

Этот вид опалубки выполняют в виде гибкой оболочки из высокопрочной прорезиненной ткани толщиной 0,3...0,5 мм или прочной полимерной пленки, пленки из резинолатексных материалов, наполненной сжатым воздухом или пневматически поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой. В рабочем положении опалубка поддерживается за счет избыточного давления воздуха. Опалубку раскраивают по специальным выкройкам, сшивают, швы проклеивают тем же материалом. Опалубку закрепляют по контуру основания, затем в нее нагнетают воздух под давлением 0,05 МПа.

Перед бетонированием ее поверхность покрывают эмульсионной смазкой. Армирование выполняют из дисперсного армированного стекловолокна или из обычной сетки. Бетон наносят набрызгом или послойно. Когда бетон приобретает проектную прочность, опалубку отделяют от бетона. Для ускоренного твердения бетона возможна подача в опалубку пара или подогретого воздуха.

Пневматическая опалубка не требует больших затрат на транспортирование, монтаж и эксплуатацию. С помощью такой опалубки можно возводить конструкции в самых труднодоступных местах.

Важными преимуществами пневмоопалубок является их малая масса, высокая оборачиваемость и низкая трудоемкость монтажа и демонтажа.

При работе с пневмоопалубкой необходимо в ней постоянно поддерживать рабочее давление около 1,2 кПа. Воздухоподающая установка должна работать в автоматическом режиме, давление внутри опалубки следует постоянно контролировать манометрами. Для прохода рабочих под оболочку опалубки устраивают входной шлюз с двумя плотно закрывающимися дверями.

Бетонную смесь наносят установкой «пневмобетон», начиная снизу от фундамента вверх, к замку, по зонам и на полную конструктивную высоту. Рабочие располагаются на автогидроподъемнике, толщину слоя набрызга контролируют путем предварительной установки на опалубке специальных маяков, показывающих проектную толщину конструкции.

При укладке бетонной смеси в несколько слоев с применением торкретирования для обеспечения надежного сцепления поверхность ранее уложенного бетона должна быть тщательно увлажнена. Кроме этого, разница по срокам нанесения

бетона на смежных участках опалубки не должна превышать 2...4 ч, так как при больших сроках деформации опалубки при укладке смеси могут передаться и вызвать нарушение структуры твердеющего бетона на соседнем участке.

Для предотвращения высушивания твердеющего бетона от воздействия ветра и солнечной радиации его поверхность сразу после укладки слоя проектной толщины покрывают методом напыления защитной пленкой, препятствующей активному испарению влаги.

При достижении бетоном проектной прочности осуществляют распалубливание. Первоначально снимают внутреннее давление в системе и опалубке, затем демонтируют крепежные устройства. Опалубка легко отделяется от вертикальных и горизонтальных поверхностей уже набравшего прочность бетона; после очистки ее сворачивают и подготавливают для повторного использования.

25.2. Несъемная опалубка

25.2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рациональным направлением в строительстве является разумное сочетание монолитного железобетона и сборных конструкций. Часто эффективным оказывается комбинированное применение сборных и монолитных ограждающих конструкций стен, перекрытий и других конструктивных элементов.

Несъемная опалубка после укладки монолитного бетона и завершения последующих процессов остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Опалубка не только образует форму сооружения, его архитектурное оформление, но и защищает поверхность от атмосферных воздействий, повышает прочностные характеристики конструкции, улучшает режим твердения бетона. Выпуски арматуры в виде змейки и сама внутренняя поверхность панели неровная, шероховатая, способствуют лучшему контакту с укладываемым монолитным бетоном. Применение несъемной опалубки способствует значительному повышению производительности труда.

В качестве материала несъемной опалубки можно использовать стальной профилированный настил, различный листовой материал, керамические и стеклянные блоки и даже металлические сетки. Опалубка может быть изготовлена также из плоских, ребристых и корытообразных профильных плит из железобетона, бетона, армоцемента, стеклоцемента, фиброцемента. Такие плиты применяют для бетонирования монолит-

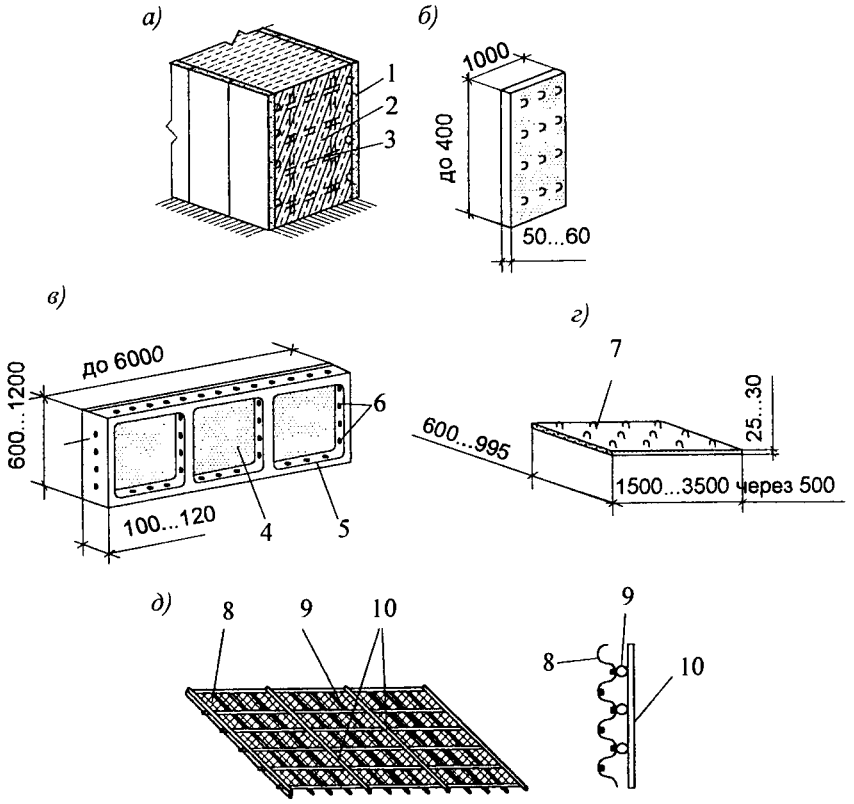
ных конструкций и сооружений простой конфигурации и с большими опалубливаемыми поверхностями; их устанавливают в проектное положение с помощью кранов, внешние плоскости этих элементов должны совпадать с поверхностью возводимой монолитной конструкции. Крепление таких плит осуществляют путем сварки их выпусков и арматурного каркаса монолитной конструкции. Возможны также варианты крепления с помощью инвентарных крепежных и поддерживающих устройств (прогонов, подкосов, схваток), которые после бетонирования и набора бетоном начальной достаточной прочности снимают и применяют повторно.

В зависимости от функционального назначения опалубку используют как формообразующую конструкцию, опалубку-облицовку и опалубку-изоляцию, часто совмещая все или часть этих функций. В любом случае эти элементы являются наружной поверхностью возводимой конструкции, поэтому могут иметь как различную фактуру, так и отделку различными плитками и другими материалами, наносимыми в заводских условиях. Учитывая заводское или полигонное изготовление опалубки, ее размеры, форма и конфигурация могут быть различными в зависимости от требований проекта (рис. 25.1).

Если наладить изготовление элементов несъемной опалубки на приобъектном полигоне, то значительно сократятся трудозатраты на транспортирование, будут исключены повреждения хрупких элементов, вызванные динамическими нагрузками при транспортировании.

При возведении монолитных жилых зданий применяют специальные двухслойные плиты, которые одновременно выполняют функции опалубки и декоративно-теплоизоляционного слоя для фасадных стен зданий. Несъемная опалубка стен может быть также решена в виде скорлупы из монолитного керамзитобетона, скорлупы с наклеиваемым утеплителем из пенополистирола и внутренним монолитным слоем из тяжелого бетона. Применяется и решение, когда несъемную опалубку устанавливают с наружной и внутренней стороны конструкции, пространство между ними заполняют теплоизоляционно-конструктивным материалом — пенобетоном, поризованным бетоном, пенофосфогипсом и др.

Наибольшее распространение получила железобетонная опалубка-облицовка. Несъемная опалубка из тонкостенных железобетонных плит нашла широкое распространение при новом строительстве и реконструкции зданий. Ее с успехом применяют при возведении гидротехнических, энергетических объектов, фундаментов под оборудование, массивных колонн



Р и с. 25.1. Несъемная опалубка:

а — общий вид массива с опалубкой-облицовкой; *б* — железобетонная плита плоская; *в* — то же, ребристая; *г* — плоская армоцементная плита; *д* — армопакет; 1 — плита; 2 — бетон массива; 3 — армокаркас; 4 — шероховатая поверхность; 5 — ребро плиты; 6 — отверстия; 7 — плита с выступающими анкерами; 8 — тканая сетка; 9 — сварная сетка; 10 — прижимные прутки

и стен в промышленном строительстве. Основными достоинствами решения являются высококачественная поверхность потолка, не требующая больших затрат на отделку, снижение общих трудозатрат по сравнению с другими решениями перекрытий, в том числе исключается разборка опалубки перекрытия. В результате использования легкобетонных смесей (пенобетон, керамзитобетон, перлитобетон) существенно повышаются характеристики перекрытия по шумоизоляции, виброизоляции, теплотехнические.

Интерес представляют опалубки-облицовки для сборно-монолитного домостроения, которые выполняют в виде плит толщиной 8...10 см из керамзитобетона и тяжелого бетона. Возможны варианты применения двусторонней опалубки-облицовки с заполнением полости легким бетоном — керамзитобетоном и пенобетоном.

В зависимости от технологического назначения железобетонную опалубку изготавливают из специальных цементов и заполнителей, что позволяет использовать ее в качестве теплоизоляции, защиты будущей конструкции от агрессивных сред, в том числе и грунтовых вод.

Использование несъемной опалубки перекрытий из ребристых тонкостенных железобетонных элементов с укладкой слоя утепляющего материала (пенобетона), армированием и бетонированием до проектной толщины приводит к значительному сокращению трудозатрат, улучшает звукоизоляционные характеристики перекрытия.

Сами же плиты несъемной опалубки после бетонирования монолитных конструкций остаются их составной частью. Основными преимуществами несъемной опалубки являются сокращение трудозатрат приблизительно в 2 раза за счет исключения цикла демонтажа опалубки, снижение объема монолитного бетона за счет включения опалубки как составной части конструкции, сокращение трудозатрат на отделку фасадных поверхностей и практически полное исключение отделочных работ.

За несъемной опалубкой большое будущее в монолитном домостроении. Однако необходимо решить ряд принципиальных вопросов — монтаж опалубки, ее выверка, временное и окончательное закрепление. Должны быть разработаны средства механизации, обеспечение принудительного и безвыверочного монтажа ее элементов.

25.2.2. ОПАЛУБОЧНАЯ СИСТЕМА ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

Введение в действие новых, более жестких требований к сопротивлению теплопередаче для ограждающих конструкций в жилищном строительстве требует разработки и внедрения эффективных энергосберегающих технологий производства строительных материалов, создания универсальных изделий и конструкций, позволяющих получить высококачественное и дешевое жилье.

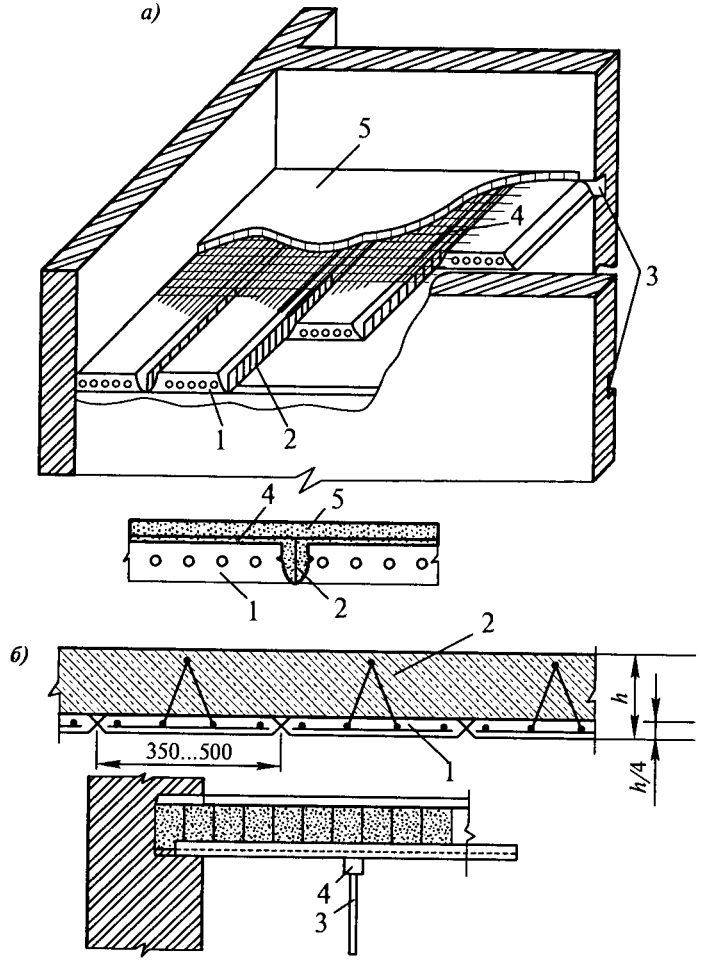
Использование несъемной опалубки из пенополистирольных блоков является одним из примеров энергосберегающих технологий. Использование пространственных блоков в качестве опалубки стен и перекрытий позволяет в значительной степени интенсифицировать процесс нового строительства и реконструкции зданий. Ведь масса 1 $м^2$ стеновой панели составляет 2,5...3 кг, а перекрытия — 2...2,5 кг, это обстоятельство позволяет выполнять опалубочные работы вручную. Плотность пенополистирола в изделиях составляет 20...25 $кг/м^3$, ценным свойством материала является его влагостойкость. Несъемная опалубка состоит из изготовленных в заводских условиях опалубочных элементов стен и перекрытий, объединяющих в себе функции опалубки, утеплителя и звукоизоляции стен и перекрытий, а также основания для нанесения отделочных (фактурных) слоев.

Различные конструктивные решения блоков имеют общие важные качества — это несъемная опалубка, она дополнительно выполняет функцию теплоизоляции, обеспечивает плотное сочленение вертикальных и горизонтальных стыков, которые занимают проектное положение с достаточно высокой степенью адгезии.

Находит широкое распространение опалубочная система из пенополистирольных плит (рис. 25.2). Основные достоинства опалубки в малой массе, достаточной прочности и невозгораемости. Малая масса элементов позволяет выполнять многие процессы вручную, используя систему подмостей и распределительных стоек, исключающих деформации от свежеуложенного и уплотненного бетона.

Осуществляют укладку всех элементов пенополистирольной опалубки на захватке, концы панелей, примыкающих к несущим стенам (при реконструкции зданий), заводят в штрабы, устанавливают в межплитном пространстве арматурные каркасы, на поверхности плит опалубки-облицовки укладывают арматурную несущую сетку, которая соединяется с арматурными каркасами, осуществляют бетонирование. Схема из армоопалубочных пеностирольных панелей предусматривает использование плит длиной, равной пролету. Панели опираются на штрабы, по их длине устанавливают распределительные стойки для исключения появления деформаций, далее осуществляют бетонирование. Размер плит заводского изготовления, степень их армирования и толщину укладываемого бетонного слоя определяют расчетом индивидуально для каждого перекрытия с учетом нагрузок и перекрываемых пролетов.

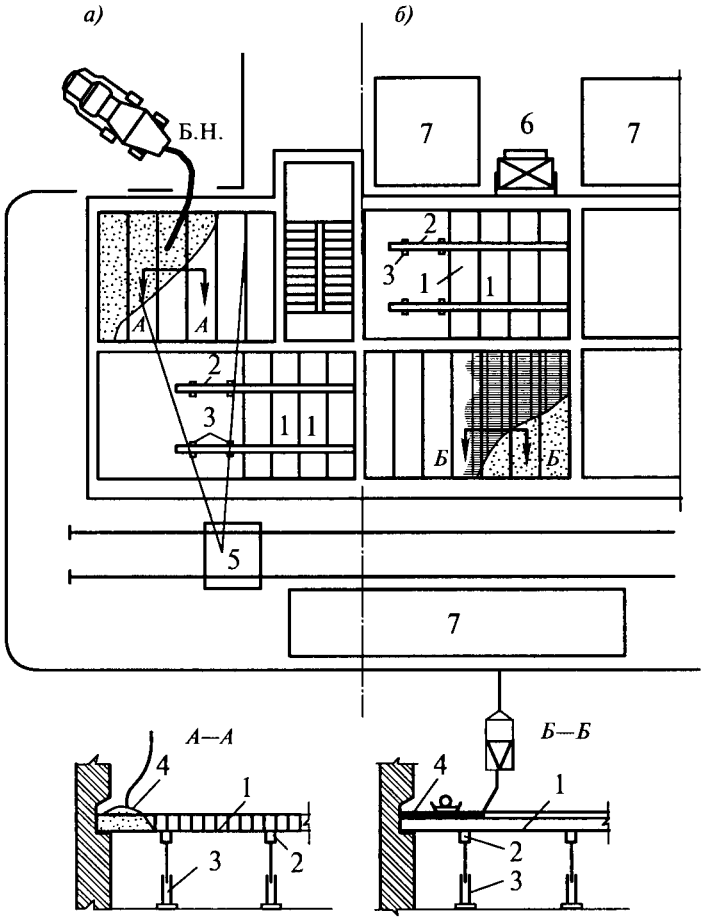
Устройство сборно-монолитных перекрытий с применением несъемной опалубки наиболее эффективно при реконструкции зданий. Одним из основных преимуществ такой технологии является возможность применения башенных кранов



Р и с. 25.2. Сборно-монолитные перекрытия из пенополистирольных панелей:

а — с армированием каркасами и обетонированием поверхности: 1 — пенополистирольная панель; 2 — армокаркас; 3 — штраба в кирпичной стене; 4 — арматурная сетка; 5 — слой бетона; *б* — из армоопалубочных пеностирольных панелей: 1 — панель несъемной опалубки; 2 — слой монолитного бетона; 3 — телескопическая стойка; 4 — прогон

малой грузоподъемности. Технологический процесс устройства перекрытий включает оставление штраб по периметру здания глубиной в 0,5 кирпича и высотой 1...1,5 кирпича; обеспечение единого монтажного горизонта, путем выравнивания поверхности штраб цементно-песчаным раствором; установку



Р и с. 25.3. Устройство сборно-монолитных перекрытий в несъемной опалубке:

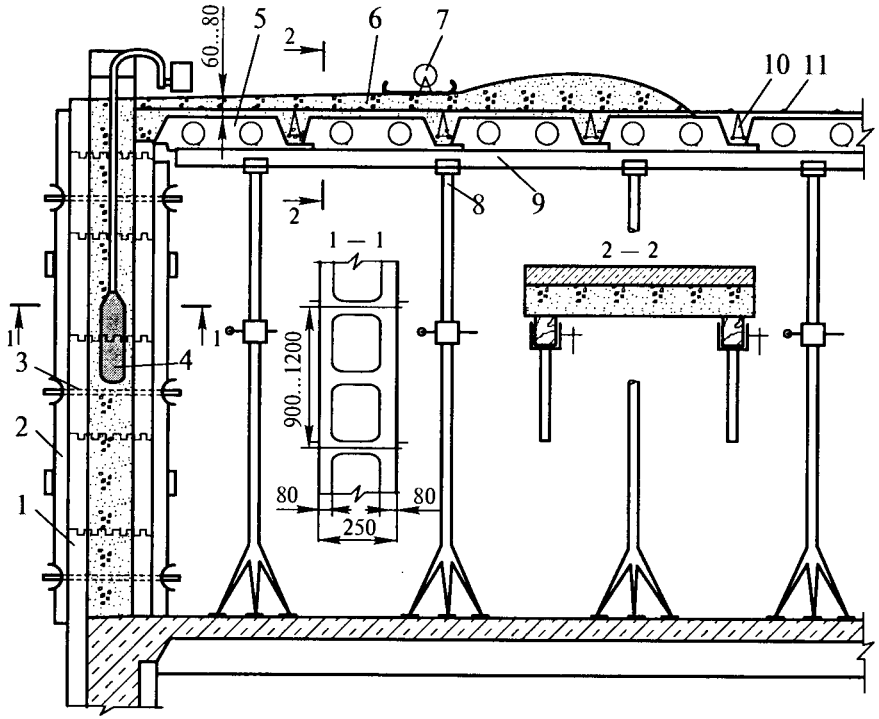
а — железобетонные плиты с выпусками арматуры; *б* — из пеностирольных плит; 1 — несъемная опалубка; 2 — ригели; 3 — телескопические стойки; 4 — монолитный бетон; 5 — монтажный кран; 6 — подъемник грузопассажирский; 7 — зоны складирования

распределительных балок на телескопических стойках и непосредственно укладку элементов несъемной опалубки. Панели опалубки в местах стыков крепятся между собой распределительными стержнями, при необходимости, устанавливают дополнительное сетчатое армирование. После завершения укладки панелей опалубки на захватке осуществляют проверку их горизонтальности. Допустимое отклонение на пролет не более 3...4 мм. При необходимости, в проектное положение панели

устанавливают с помощью винтовых домкратов, размещаемых на распределительных балках. Бетонирование перекрытия может осуществляться по двум схемам — с помощью монтажного крана или бетононасосом (рис. 25.3).

Объемные блоки несъемной опалубки не являются несущей конструкцией, а служат опалубкой, в полости которой устанавливают арматурные каркасы и в последующем заполняют пластичной бетонной смесью. На рис. 25.4 приведена технологическая схема устройства наружных стен и перекрытий из пенополистирольной опалубки, а на рис. 25.5 — конструктивное решение сопряжения перекрытия с надстраиваемой стеной.

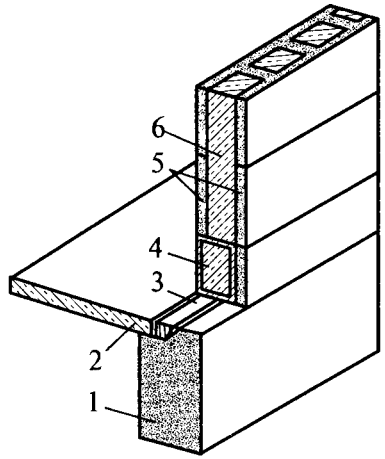
В целом, несущие конструкции сооружения, возведенного в несъемной опалубке из пенополистирола, представляют собой монолитную железобетонную пространственную систему, состоящую из железобетонных продольных и поперечных стен, ребристых перекрытий и обвязочных горизонтальных рам, соединяющих стены и перекрытия.



Р и с. 25.4. Схема устройства наружных стен и перекрытий в несъемной опалубке:

1 — стеновые блоки; 2 — распределительные стойки; 3 — стяжки; 4 — вибратор; 5 — панель перекрытия из пенополистирола; 6 — бетонная смесь; 7 — виброрейка; 8 — телескопические стойки; 9 — распределительные балки; 10 — армокаркас; 11 — сетчатое армирование

Пространство между пенополистирольными элементами стен и перекрытий заполняют бетоном, который армируют металлическими стержнями и сетками. Внутри здания вертикальные поверхности стен и перегородок из пенополистирола оштукатуривают по металлической сетке или облицовывают гипсокартонными листами или гипсоволокнистыми и вермикулитовыми теплоизоляционными плитами.



Р и с. 25.5. Сопряжение перекрытия с надстраиваемой стеной:

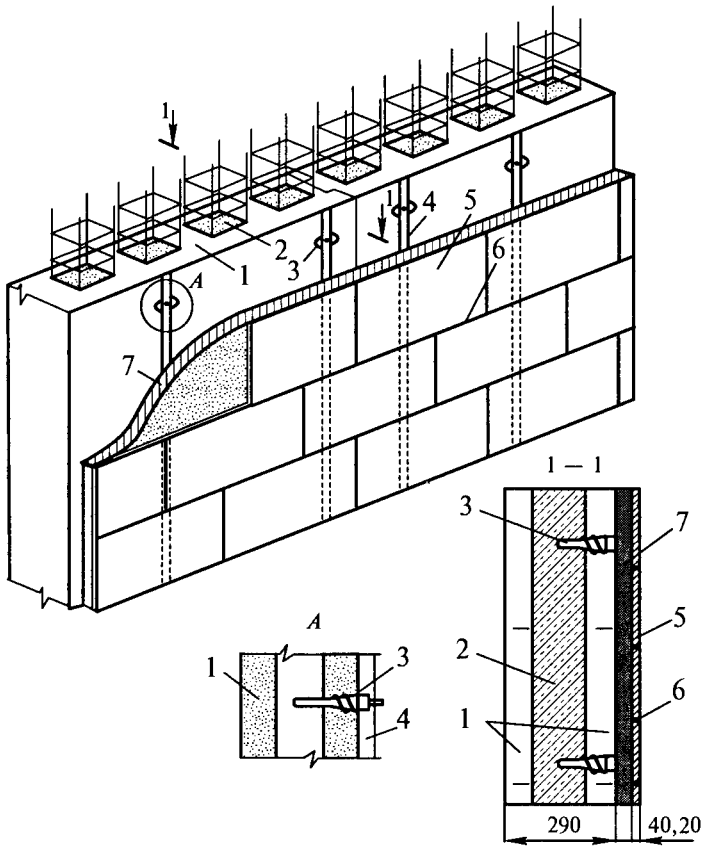
1 — существующая стена надстраиваемого здания; 2 — перекрытие; 3 — армокаркас; 4 — монолитный участок; 5 — блоки несъемной опалубки; 6 — монолитный бетон

Для обеспечения долговечности зданий монтаж элементов опалубки рекомендуется выполнять с отметки, превышающей уровень земли не менее чем на 0,6 м, или предусматривать в проекте технически обоснованное решение по защите цокольной части панелей от увлажнения атмосферными осадками (снег, дождь) и механического повреждения.

Размер захваток зависит от предполагаемого темпа работ, комплектности поставки опалубочных элементов, обеспеченности площадки бетонной смесью и квалифицированной рабочей силой. Минимальное число захваток две, четырехзахватная система позволяет лучше организовать производственный процесс.

Монтаж опалубочных элементов перекрытий следует начинать после окончания монтажа и выверки опалубки стен на захватке. При разбивке здания на одну-две захватки опалубочные элементы перекрытия укладывают, начиная от торца здания; при протяженных зданиях (в несколько захваток) для средних захваток рекомендуется начинать укладку опалубки от лестничной клетки.

Работу на захватке начинают с установки телескопических стоек лесов согласно проекту производства работ. Стойки устанавливают на подготовленное основание (бетонный пол подва-



Р и с. 25.6. Схема облицовки стен, возводимых в несъемной опалубке:

1 — пенополистирольный блок; 2 — монолитный бетон; 3 — анкер; 4 — направляющие из уголка; 5 — облицовочные панели; 6 — съемные вкладыши; 7 — заполнение полости раствором

ла, междуэтажное перекрытие) с ячейкой не менее 1,5 × 1,5 м и площадью опалубливаемой поверхности в пределах 3 м^2 на одну стойку. Для предотвращения обжатия опорных частей пенополистирола стен и перекрытий первый ряд стоек выставляют не далее чем на 0,5 м от опорных торцов стен. По верху стоек в пазы оголовка укладывают опорные прогоны из бруса 100 × 100 мм.

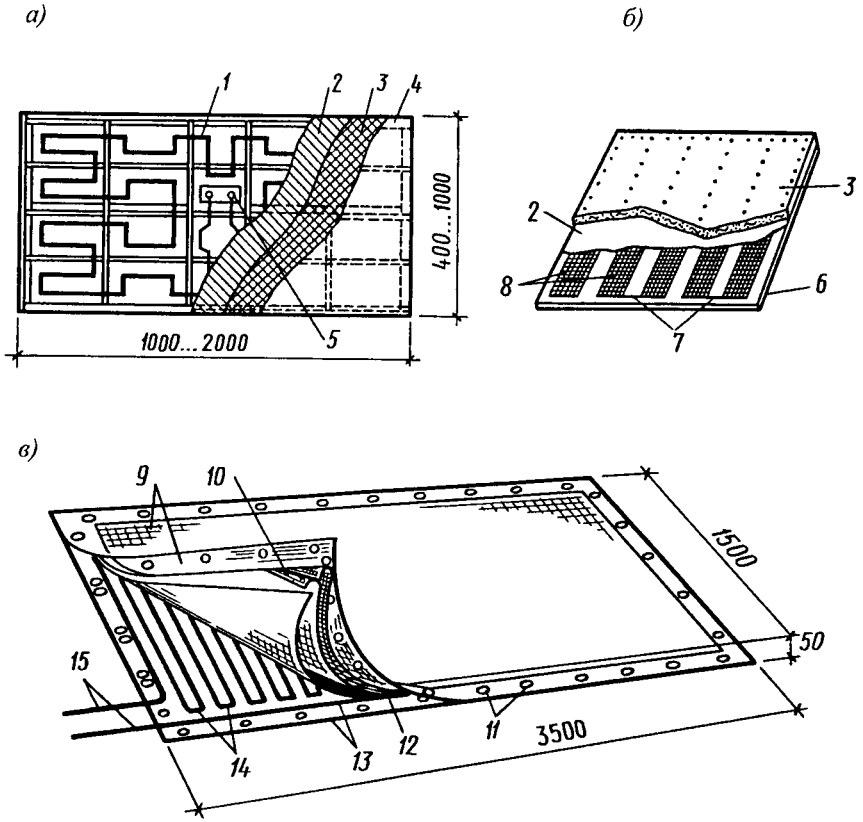
Здания, возведенные в несъемной пенополистирольной опалубке, требуют защиты фасадной поверхности от механических повреждений, ее надежной облицовки. В стенки пенополистирольных блоков устанавливают с требуемым шагом анкеры, на которых в дальнейшем будут крепиться кронштейны с вертикальными направляющими (рис. 25.6). В процессе монтажа облицовочных панелей осуществляется заполнение свободного пространства легкобетонной смесью на мелком заполнителе, пенобетоном или цементно-песчаным раствором.

25.3. Греющие опалубки

Щиты такой опалубки снабжены нагревательными элементами, вмонтированными с тыльной стороны палубы и закрытыми слоем утеплителя. Нагревательными элементами могут быть снабжены щиты любой опалубки (мелкощитовой, крупнощитовой, объемно-переставной, катучей, скользящей и т. д.). Применяют греющие опалубки при бетонировании в зимних условиях, а также для ускорения твердения бетона в летних условиях с целью ускорения работ и сокращения производственного цикла. Передача тепла в таких опалубках происходит путем теплопроводности, т. е. контактным способом от нагретой поверхности опалубки к примыкающему бетону.

Греющая опалубка имеет палубу из металлического листа или водостойкой фанеры, с тыльной стороны которой расположены электрические нагревательные элементы. В современных опалубках в качестве нагревателей используются греющие провода и кабели, сетчатые и углеродные ленточные нагреватели, токопроводящие покрытия и др. Наиболее эффективны кабели из константановой проволоки в термостойкой изоляции, изоляция в свою очередь защищена от механических повреждений металлическим чулком (рис. 25.7).

Нашли применение плоские графитопластиковые нагреватели, которые представляют собой графитовую ткань, которая по контуру окантована электродами, подключенными к коммутационным проводам. Этот нагреватель помещен в стеклопластиковую или полипропиленовую изоляцию, общая толщина щита не превышает 2 мм. Щиты могут выпускаться различных размеров в плане, имеют низкую стоимость. Щиты можно располагать с наружной или внутренней стороны палубы, но оптимальным считается их расположение между щитами палубы на расстоянии 5...6 мм от внутренней поверхности, что повышает срок эксплуатации до 50...60 тыс. ч. Температура на рабочей поверхности — в пределах 80...120°С, для получения 70% марочной прочности достаточно эксплуатации установки в течение 24...36 ч (в зависимости от температуры наружного воздуха) при рваном режиме прогрева.



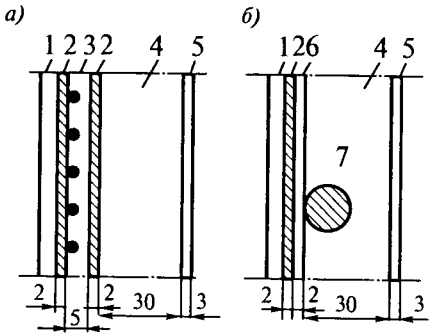
Р и с. 25.7. Технические средства для кондуктивного нагрева бетона:

а — термоактивная опалубка с греющим кабелем; *б* — то же, с сетчатыми нагревателями; *в* — термоактивное гибкое покрытие с греющими проводами; 1 — греющий кабель; 2 — асбестовый лист; 3 — минеральная вата; 4 — защитный стальной лист; 5 — клемма; 6 — палуба из фанеры; 7 — разводящие шины; 8 — сетчатые нагреватели; 9 — защитный чехол; 10 — алюминиевая фольга; 11 — отверстия для крепления покрытия; 12 — утеплитель; 13 — листовая резина; 14 — греющий провод; 15 — коммутационные выводы

Сетчатые нагреватели из металла изолируют с двух сторон прокладкой тонких асбестовых листов, лист с тыльной стороны дополнительно покрывают теплоизоляцией.

В греющую опалубку может быть переоборудована любая инвентарная опалубка с палубой из стали или фанеры. Опалубку применяют при возведении тонкостенных и среднемассивных конструкций, а также при замоноличивании узлов сборных железобетонных элементов.

Термоактивная опалубка, собираемая в построечных условиях (рис. 25.8), состоит из щитов (стальных или фанерных);



Р и с. 25.8. Схема греющей опалубки:

а — с проволочным нагревателем; *б* — с трубчатым нагревателем (ТЭН); 1 — щит стальной опалубки; 2 — асбестовый картон; 3 — проволочный нагреватель на асбестоцементном листе; 4 — минеральная вата; 5 — фанера; 6 — стальной лист для крепления ТЭН; 7 — трубчатый нагреватель

греющего устройства, включающего набор плоских проволочных спиралей либо ТЭНов; электроизоляционного слоя между греющим устройством и щитом опалубки; тепловой защиты на внешней поверхности. Эта опалубка имеет такую же форму, как и опалубка для бетонирования в летних условиях, но снаружи к ней примыкает обогревающее устройство и теплоизоляционные слои.

Термоактивное покрытие (ТРАП) — легкое, гибкое устройство с углеродными ленточными нагревателями или греющими проводами, обеспечивающими нагрев поверхности соприкосновения до 50°С. Основой покрытия является стеклохолст, к которому и крепят нагреватели. Для теплоизоляции применяют листовое стекловолокно с экранированным слоем из фольги. В качестве гидроизоляции используют прорезиненную ткань.

Гибкое покрытие можно изготавливать различных размеров. Для крепления отдельных покрытий между собой предусмотрены специальные зажимы. Покрытие можно располагать на вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностях конструкций. По окончании работы с покрытием на одном месте его снимают, очищают и для удобства транспортирования сворачивают в рулон. Наиболее эффективно применение ТРАП при интенсификации твердения плит перекрытий и покрытий, устройстве подготовки под полы.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ В СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Глава 26

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

26.1. Общие положения

При возведении зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки возникает целый ряд факторов, соблюдение которых обеспечивает качество и долговечность не только непосредственно возводимых объектов, но и окружающих их сооружений:

- необходимость обеспечения поддержания эксплуатационных свойств объектов, расположенных в непосредственной близости от пятна застройки;
- невозможность расположения на строительной площадке полного комплекса бытовых и инженерных сооружений, машин и механизмов;
- разработка специальных конструктивных и технологических мероприятий, направленных на оптимизацию процессов возведения объекта;
- разработка технических и технологических мероприятий, направленных на защиту экологической среды объекта и существующей застройки.

Особенность перечисленных выше факторов заключается в том, что для многих из них на сегодняшний день отсутствует нормативная база, комплексно рассматривающая их в привязке к процессам возведения зданий.

Возникающие в первые же месяцы строительства проблемы, связанные с образованием трещин на стенах, полах и потолках существующих зданий, могут повлечь за собой не только финансовые потери, но и привести к закрытию строительства. Такие же последствия могут возникнуть и от невозможности обеспечения инженерных и санитарных требований по обустройству

строительной площадки. Для выработки решений, позволяющих осуществлять не только качественное возведение здания, но и обеспечивающих устойчивое равновесие как близлежащей застройки, так и городской среды в целом, более подробно рассмотрим проблемы, возникающие при возведении зданий в условиях плотной городской застройки.

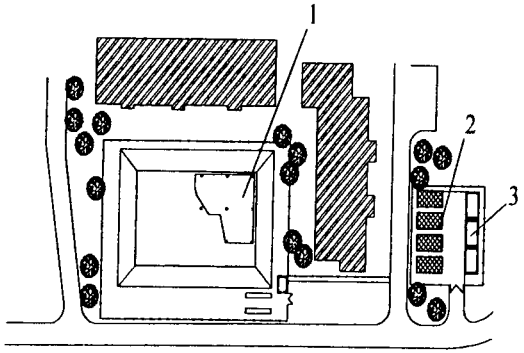
26.2. Специфические особенности стройгенплана

Ограниченность площадей, выделенных под участок застройки, препятствует полноценному развертыванию строительной площадки. Вместе с тем существует целый комплекс обязательных мероприятий, без которых строительство будет незамедлительно приостановлено контролирующими органами. К ним относятся противопожарные мероприятия и мероприятия по технике безопасности. Обязательным является наличие эвакуационных проездов (выездов) по строительной площадке, подготовленных к использованию пожарных гидрантов, средств экстренного тушения пожара; ограничительной обноски или ограждения вокруг котлована, указателей зон проведения работ на строительной площадке, навесов над пешеходными зонами, расположенными вдоль строительной площадки.

В случаях ограниченной площади участка застройки вне пределов строительной площадки могут располагаться:

- административно-бытовые помещения;
- столовые и санитарные помещения;
- арматурные, столярные и слесарные цеха и мастерские;
- открытые и закрытые складские помещения;
- краны, бетононасосы и другие строительные машины.

Административно-бытовые, складские помещения, производственные цеха и мастерские (рис. 26.1). Расположение в пределах строительной площадки тех или иных помещений бывает затруднено в связи с отсутствием требуемых по нормативам площадей, а попытки найти технические решения размещения временных сооружений, такие, как увеличение их этажности, усложнение конфигурации в соответствии с конфигурацией пятна застройки, приводят к значительным техническим сложностям и удорожанию проекта. В отдельных случаях площадка имеет настолько ограниченные размеры, что никакие технические решения не позволяют разместить вспомогательные помещения в ее границах. Вместе с тем существуют организационно-технологические решения, позволяющие разместить



Р и с. 26.1. Размещение бытового городка вне пределов строительной площадки:

1 — строительная площадка; 2 — открытые и закрытые складские помещения; 3 — административно-бытовые помещения

эти помещения вне пятна застройки без значительного ущерба для процесса возведения здания. В этом случае рассматривается экономическая и организационно-технологическая целесообразность размещения тех или иных помещений на территории строительной площадки и вне ее.

Административно-бытовые помещения, выносимые за пределы строительной площадки, могут располагаться в существующих зданиях или во вновь возводимых бытовых городках. До начала строительства проводят поиск зданий, в которых возможно на период строительства разместить бытовые помещения, или участка земли, на котором можно возвести бытовой городок. Требования к объектам поиска следующие:

- расположение в максимальной близости к строительной площадке;
- наличие на объекте возможности присоединения к сетям городской инфраструктуры — теплоснабжению, электроснабжению, водопроводу и канализации;
- минимальная стоимость аренды помещений или участка земли.

Выбрав помещение или участок земли, там размещают административно-бытовой городок, по возможности, приближенный по своим габаритам к требованиям санитарных норм. Если городок размещается в непосредственной близости от строительной площадки, то персонал самостоятельно добирается до своих рабочих мест и обратно. В некоторых случаях, при невозможности размещения городка в непосредственной

близости от площадки, персонал доставляют на объект и с объекта на автобусах.

Вынос с площадки столовых и санитарных помещений бывает связан не только с отсутствием необходимых площадей, но и с возникающими на первых этапах строительства трудностями с присоединением к городским сетям. Тем не менее наличие туалетов необходимо с первого дня строительства, поэтому с самого начала развертывания строительной площадки там должны быть установлены биологические туалетные кабины для персонала. Помещения столовых, душевых и туалетных комнат необходимо предусмотреть на разворачиваемых вблизи объекта арендуемых территориях и в зданиях.

Поставка изделий и оборудования в заданные сроки. Отсутствие арматурных, столярных и слесарных цехов и мастерских затрудняет изготовление изделий и элементов строительных конструкций, таких, как подготовленная по размерам арматура, арматурные каркасы, элементы несущих металлических конструкций, столярные и слесарные элементы. Для решения этой проблемы все перечисленные выше элементы привозят на строительную площадку в подготовленном для использования виде. Их изготавливают на собственных производственных площадях, расположенных за пределами строительной площадки, или на специализированных предприятиях по специальным заказам. Их доставляют на площадку в соответствии с графиками поставки, в точно оговоренные дни и часы. На строительной площадке их разгружают и подают к месту производства работ, т. е. их монтаж осуществляют непосредственно «с колес». Невыполнение сроков поставки любого изделия может привести к срыву графика возведения всего сооружения. Поэтому при работе «с колес» возрастает роль диспетчерских служб строительно-монтажных организаций, осуществляющих контроль за разработкой графиков поставок и их последующим выполнением.

Невозможность размещения на территории строительной площадки открытых и закрытых складских помещений приводит к необходимости, во-первых, осуществлять большой объем монтажных работ «с колес», а во-вторых, особенно для дорогостоящего импортного оборудования, создавать промежуточные складские помещения. В такие помещения, расположенные на территории собственных производственных баз или арендуемые в непосредственной близости от строительной площадки, доставляют, как правило, напрямую от поставщика сантехническое, электротехническое и лифтовое оборудование,

иногда оконные блоки, двери, различные отделочные материалы. По мере их востребования на строительной площадке изделия и материалы доставляют со склада и монтируют непосредственно с транспортных средств.

В некоторых случаях поставщик берет на себя обязательства поставлять затребованное оборудование непосредственно на строительную площадку в пределах оговоренного срока так же, как это делают поставщики изделий и конструкций. Некоторые проблемы при поставке импортного оборудования связаны с тем, что доставку из-за границы и осуществление таможенных процедур достаточно трудно нормировать по времени и практически невозможно точно указать день и час, когда оборудование будет доставлено на площадку. В этом случае оборудование заказывают заранее, за 2...3 недели до требуемого срока и до монтажа оно хранится на складе поставщика. При наличии большого числа таких поставщиков отпадает необходимость в промежуточных складских помещениях, однако при этом все участники строительного процесса находятся в очень жестких временных границах, устанавливаемых графиками производства работ и поставки оборудования.

Расположение кранов и крупногабаритных строительных машин. Большой проблемой в условиях плотной городской застройки является размещение непосредственно на площадке крупногабаритных строительных машин и кранов. Краны и бетононасосы должны находиться на строительной площадке или в непосредственной близости от нее. Это связано с техническими возможностями оборудования — максимальным вылетом стрелы крана или подающего органа бетононасоса. Однако в большинстве случаев вокруг строительной площадки находятся ранее построенные здания и сооружения и размещение рядом с ними крупных башенных кранов, монтаж подкрановых путей невозможны. В этом случае используют легкомонтируемые башенные краны без подкрановых путей, для которых требуется подкрановая площадь до 9 м^2, большегрузные самоходные краны или самоподъемные краны, устанавливаемые непосредственно в пятно застройки.

Фундаментную плиту монтируют с помощью передвижного крана, затем на нее устанавливают башенный кран. По мере возведения конструкций, расположенных над фундаментной плитой, кран может подниматься и устанавливаться на смонтированные перекрытия. Иногда кран остается на фундаментной плите до окончания возведения здания, поэтому в перекрытиях вокруг крана остаются незабетонированные участки с выпусками арматуры. Размеры этих участков определяют исходя из габаритов наиболее протяженной по горизонтали части крана. После окончания работ кран демонтируют, извлекая по секциям. Незабетонированные зоны перекрытий, достигающие 10...20 м^2 каждое, бетонируют, начиная с нижнего. Бетон укладывают при помощи самоходных большегрузных кранов.

26.3. Поддержание эксплуатационных свойств существующей застройки

Здания, расположенные в непосредственной близости от участка застройки, могут быть подвержены ряду воздействий, возникающих в процессе возведения нового здания. Это:

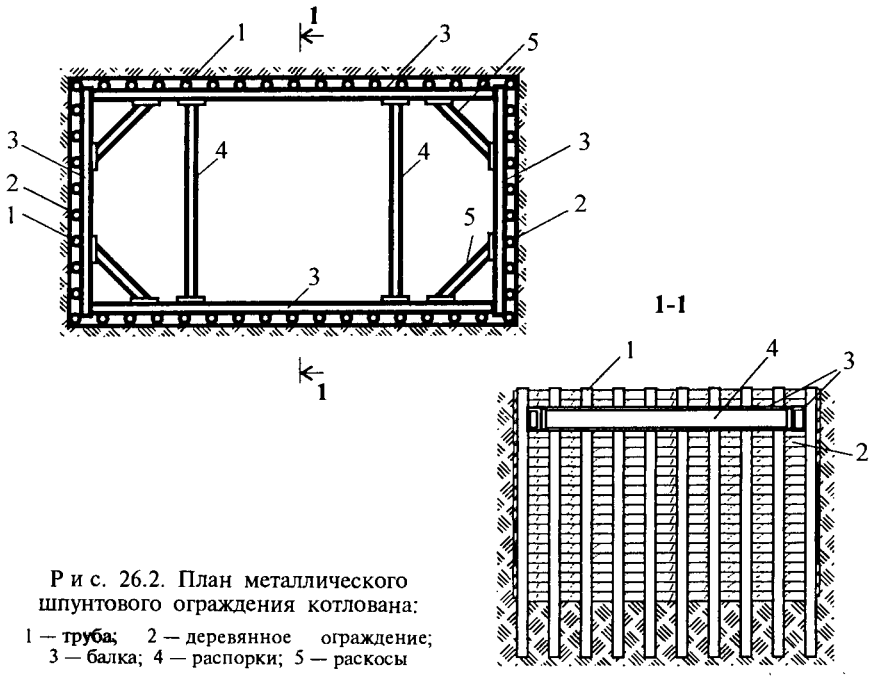
- отрывка в непосредственной близости от здания котлована под новое строительство;
- вибрация от расположенных в непосредственной близости строительных машин и механизмов.

Первая группа дефектов возникает от изменения статических характеристик оснований. Удаление грунта вблизи фундаментов зданий, оснований дорог и других существующих сооружений приводит к изменению силового поля вокруг них, поэтому создание конструктивного баланса позволяет компенсировать возникающие воздействия. Вторая группа дефектов является следствием динамических воздействий работающих строительных машин и механизмов. Их снижения до допустимых уровней достигают реализацией специальных инженерных мероприятий.

Укрепление оснований и фундаментов. До начала земляных работ необходимо осуществить укрепление оснований и фундаментов существующих сооружений и городской инфраструктуры, расположенных в непосредственной близости от строительной площадки. Укрепление конструкций оснований и фундамента должно обеспечить статическое равновесие здания на период отрытого котлована до возведения несущих конструкций подземной части нового здания.

Мероприятия по укреплению оснований и фундаментов подразделяют в зависимости от воздействия на несущий каркас и прилегающие основания на постоянные и временные. К постоянным относятся те решения, при реализации которых усиление конструкции становится неотъемлемой частью возводимого сооружения.

До начала земляных работ по всему периметру котлована устраивают *шпунтовое ограждение* (рис. 26.2). Цель шпунтового ограждения — воспрепятствовать сползанию и обрушению



Р и с. 26.2. План металлического шпунтового ограждения котлована:
1 — труба; 2 — деревянное ограждение; 3 — балка; 4 — распорки; 5 — раскосы

грунтовых массивов, находящихся за пределами строительной площадки. В качестве несущих элементов шпунтового ограждения используют металлические трубы или сортаментные прокатные балки — швеллеры или двутавры. Расчетом устанавливают расстояние между металлическими элементами и их характеристки: для труб — это длина, диаметр, толщина стенки; для балок — длина и номер их сортамента. В рассматриваемых особых условиях элементы шпунтового ограждения устанавливают, как правило, забуриванием, поэтому предпочтительнее использовать металлические трубы. В случае когда по расчету металлические элементы допустимо устанавливать не вплотную, в целях предотвращения провалов грунта между ними горизонтально закладывают деревянные доски (забирку).

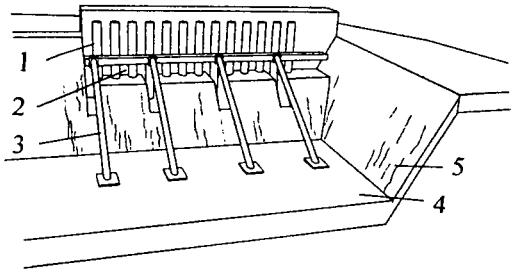
В зонах, где к границе строительной площадки непосредственно примыкают существующие сооружения, необходимо провести мероприятия по укреплению их подземных конструкций. На расстоянии 1...3 м от оси усиливаемого фундамента устанавливают буровую установку, с помощью которой осуществляют устройство буроинъекционных свай. Их использование связано с требованиями увеличения несущей способности существующих фундаментов, их дополнительной связи с окружающим основанием. Для этого пробуривают скважины, проходящие через тело существующего фундамента, и в них под давлением нагнетают бетон. Количество свай, месторасположение, их характеристики — длина, диаметр, класс бетона — определяют расчетом.

По окончании возведения подземной части здания шпунтовое ограждение, как правило, извлекают из грунта, его можно использовать повторно. Поэтому устройство шпунтового ограждения можно отнести к временным мероприятиям по укреплению оснований. В отличие от шпунтов буроинъекционные сваи остаются в теле усиленных фундаментов и после окончания нового строительства. К постоянным мероприятиям можно отнести и возведение подземной части здания с помощью выполнения подробно ранее рассмотренной «стены в грунте». Однако, как отмечалось, «стена в грунте» является достаточно сложным и дорогостоящим инженерным сооружением, и ее возведение является экономически целесообразным лишь в случаях крупномасштабного или уникального строительства.

К временным мероприятиям относят решения, направленные на обеспечение требуемой несущей способности фундаментов в процессе выполнения земляных работ и до возведения подземной части нового здания. Среди наиболее часто применяемых решений можно выделить следующие:

- создание металлических или естественных контрфорсов;
- усиление фундаментов и стен подвала металлическими продольными конструкциями (обоймами);
- замораживание грунта в зоне воздействия котлована на фундамент существующего здания.

Металлические контрфорсы выполняют в виде прокатных или сварных балок, упирающихся одной стороной в фундаментные балки или стены подвала существующего здания, а другой — в специально подготовленные конструкции подземной части возводимого здания (рис. 26.3). Для этого в процессе выполнения земляных работ вдоль существующей стены здания грунт разрабатывают так, чтобы его оставшийся массив обеспечивал естественный контрфорс с запасом 15...20%. Далее расчетом устанавливают необходимое число и характеристику контрфорсных балок. Определяют зоны их установки. В этих зонах отрывают траншеи шириной 0,5...1,5 м в виде ниспадающей от существующего здания бермы. Опирание в фундаментные балки или стены подвала осуществляют с помощью установленных в них закладных элементов, которые привариваются или крепят на болтах к контрфорсным балкам.



Р и с. 26.3. Устройство металлических контрфорсов:
1 — шпунтовое ограждение; 2 — балка; 3 — контрфорсы; 4 — монолитная железобетонная стена; 5 — грунт

Иногда в качестве опорной используют балку, прикрепляемую к балкам шпунтового ограждения, устанавливаемого вплотную вдоль стены существующего здания. На вновь возводимых конструкциях эти балки крепят к закладным деталям, предварительно установленным в несущие конструкции элементов подземной части. Чаще всего такими элементами являются фундаменты или фундаментные плиты, реже — несущие стены, перекрытия или колонны.

После установки контрфорсных балок грунт полностью вывозят, и они воспринимают все усилия, возникающие от существующих конструкций. Затем на месте вывезенного массива грунта возводят конструкции подземной части здания: фундаменты или фундаментную плиту, колонны, плиты перекрытий, внутренние и наружные несущие стены.

Конструкции возводят в следующей последовательности: фундаментная плита, наружные стены до уровня опирания металлических контрфорсных балок, внутренние стены и колонны. Перекрытия монтируют так, чтобы в последствии они не создавали помех при удалении контрфорсных балок. Каркас подземной части рассчитывают таким образом, чтобы он мог воспринимать нагрузку не только от вышерасположенных элементов собственного здания, но и воздействия расположенных в непосредственной близости сооружений. Поэтому после возведения подземной части здания необходимость в контрфорсных балках отпадает, их демонтируют и вывозят со строительной площадки.

Укрепление фундаментов и стен подвалов существующих зданий *металлическими конструкциями (обоймами)* используют довольно редко и, как правило, в сочетании с каким-либо из перечисленных выше методов. Ограничение его использования связано с тем, что, во-первых, мероприятия по усилению существующих конструкций при одностороннем доступе к ним со стороны подвала достаточно редко приводят к достижению

требуемой несущей способности, а во-вторых, доступ к этим конструкциям со стороны существующих зданий бывает затруднен и требует значительных дополнительных расходов. Если в процессе предварительных изысканий установлено, что реализация предполагаемого решения будет иметь позитивное значение, то поступают следующим образом.

1. Выбирают проектное решение, позволяющее обеспечивать несущую способность и эксплуатационную пригодность конструкций зданий при вывозе с их внешней стороны грунта. Наиболее часто применяемым решением является устройство обойм из металлических конструкций. Вдоль стены на расширяющихся болтах устанавливают прокатную металлическую балку из стандартного сортамента, которая с помощью металлических конструкций крепится к элементам фундамента или фундаментной плиты, создавая таким образом обойму, охватывающую фундаменты и стены подвала существующего здания.

2. Элементы металлической обоймы изготавливают в цеховых условиях и доставляют в разобранном виде на строительную площадку. Укрупнение и соединение с существующими конструкциями фундамента и стен подвала осуществляют с помощью сварки и болтовых соединений.

3. После монтажа обоймы приступают к разработке и вывозке грунта с внешней стороны усиливаемой конструкции. По окончании земляных работ возводят каркас подземной части здания, который воспринимает на себя и необходимые нагрузки от существующих сооружений.

4. Металлическую обойму разбирают, ее элементы, которые могут быть использованы повторно в производственном процессе, вывозят из подвальных помещений существующего здания на склад.

Чаще используют метод установки металлических обойм в наземной части существующих зданий. Его применение не требует специального допуска в помещения, так как обоймы устанавливают с наружной стороны здания.

Закрепление грунтов оснований в зонах, расположенных между котлованом и существующими зданиями, в зависимости от физико-механических свойств грунта и требуемой степени закрепления осуществляют с помощью замораживания, цементации, битумизации, химизации, термического, электрического и других искусственных способов закрепления грунтов.

На практике эти методы используют редко. Их применяют лишь тогда, когда в непосредственной близости от котлована располагаются полосы грунта длиной 3...5 м, а лишь за ними — существующие здания и сооружения. В этом случае опре-

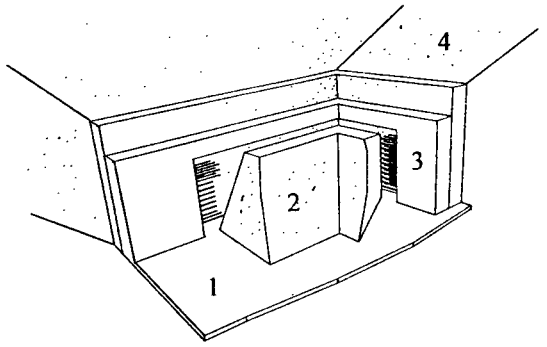
деляют характеристики грунта, затем расчетом устанавливают его требуемые характеристики по несущей способности, обеспечивающие эксплуатационную пригодность объектов, расположенных вблизи строительной площадки. Используя один из перечисленных выше методов, осуществляют мероприятия, приводящие к увеличению несущей способности грунта до требуемой величины.

Земляные работы. После устройства шпунтового ограждения и набора расчетной прочности буроинъекционных свай разрешается начинать земляные работы.

Разработку котлована следует осуществлять частями, уступами, начиная в тех зонах, где отсутствует примыкание существующих зданий к строительной площадке. В качестве землеройных машин используют экскаваторы со средними и малыми ковшами вместимостью до 1 м^3. По мере вывоза грунта высвобождаются металлические трубы шпунтового ограждения. Для обеспечения противодействия давления грунта, расположенного вне площадки, трубы соединяют металлическими балками, в которые упираются раскосы в углах, расположенные на примыкающих сторонах котлована, и распорки между противоположными сторонами котлована. Закончив установку раскосов и частично распорок (не мешающих дальнейшим землеройным работам) на верхнем уровне котлована, приступают к разработке и вывозу грунта с расположенных ниже отметок, устанавливая через каждые 3...5 м (в соответствии с расчетом) раскосы и распорки. По окончании вывоза грунта приступают к возведению несущих конструкций здания, демонтируя постепенно снизу вверх металлические конструкции крепежа котлована.

При осуществлении земляных работ вдоль фундаментов и стен подвальных этажей существующих зданий необходимо оставлять берму, разработку которой выполняют в последнюю очередь или даже после частичного возведения подземной части нового здания, если позволяют технические условия. Такая последовательность обусловлена перераспределением нагрузок на основание и участием в пространственной работе не только уже существующих конструкций, но и вновь возводимых.

Грунтовую берму можно рассматривать как естественный контрфорс, выполняемый посредством неполной разработки грунта в зонах существующих зданий (рис. 26.4). Ее геометрические характеристики определяют расчетом, исходя из необходимости обеспечения несущей способности и эксплуатационной пригодности примыкающих объектов. Естественные контрфорсы целесообразно использовать в случаях, когда существующая застройка располагается вдоль одной, а в редких



Р и с. 26.4. Естественный контрфорс и железобетонная обойма:
1 — железобетонная фундаментная плита; 2 — естественный контрфорс; 3 — железобетонная наружная стена подвала; 4 — естественный грунт вне котлована

случаях — двух сторон котлована. Последовательность возведения подземной части здания следующая.

1. Разрабатывают и вывозят грунт из пятна застройки до отметки возводимых фундаментов или фундаментной плиты, за исключением зоны, располагающейся вдоль существующей застройки (эта зона может располагаться полностью вдоль котлована или в некоторой ограниченной его части).

2. Рассчитывают размеры естественного контрфорса в виде грунтовой бермы. При этом обязательным требованием является снятие верхнего слоя бермы так, чтобы разница между ее верхом и нулевой отметкой возводимого здания составляла не менее 1 м.

3. Возводят конструкции подземной части: фундаменты, перекрытия, колонны внутренние и наружные несущие стены. Наружные несущие стены, как правило, в таких случаях выполняемые из монолитного железобетона, подводят вплотную к земляной берме. Укладку бетона заканчивают за 30...70 см от границы бермы на всю высоту до нулевой отметки, далее остаются только арматурные выпуски.

4. В верхних зонах стен, там где отсутствует грунт бермы, возводят участок наружной железобетонной стены, связанный с помощью арматурных выпусков с возведенным каркасом подземной части здания. Таким образом, по периметру всего котлована образуется монолитный железобетонный пояс, жестко связанный с пространственным каркасом возводимого здания.

5. Разрабатывают и вывозят грунт естественного контрфорса. Возводят оставшиеся конструкции подземной части здания.

26.4. Защита экологической среды

Одной из главных проблем, с которой приходится сталкиваться в процессе возведения зданий в условиях плотной городской застройки, является обоюдное воздействие как реализуемых объектов на сложившуюся окружающую среду, так и воздействие этой среды на возводимый объект.

Защита существующей застройки. Воздействия возводимого объекта на окружающие здания и инфраструктуру в основном следующие:

- шумовой эффект, сопровождающий любой строительный процесс;
- динамическое воздействие работающих машин и механизмов;
- выброс в атмосферу большого количества пылевых частиц мелких и средних фракций;
- выработка огромного количества строительного и бытового мусора;
- увеличение сброса стоков в существующие и реконструируемые городские сети, а также на почву;
- нарушение привычных транспортных схем вследствие ограничения, а иногда и полного запрета движения по улицам, на которых осуществляется строительство.

Для снижения уровня шума на строительной площадке производителям работ предписывают на стадии прохождения государственной экспертизы, т. е. в процессе согласования основных технических и технологических решений, использовать шумопонижающие методики и оборудование. Например, при проведении свайных и шпунтовых работ обязательным требованием является использование бурозавинчивающихся свай или погружение свай в пробуренные скважины. В качестве подъемных и бетоноподающих машин рекомендуется оборудование с меньшими шумовыми характеристиками при общих равных технических возможностях. Вызывающие особый шумовой эффект пневматические отбойные молотки заменяют на электромеханические. Вводится временное ограничение на проведение всех видов работ на строительной площадке, с особым выделением разрешаемого периода проведения наиболее шумных работ, таких, как монтажные, сварочные, бетонные и др.

Примерно в таком же ключе осуществляются мероприятия по снижению динамического воздействия работающих машин и механизмов. Кроме введения ограничений на использование тех или иных средств механизации разрабатывают мероприятия по устройству технических сооружений, направленных на

снижение динамических нагрузок на грунты и основания. Для этого в зонах установки кранов, бетоноподающих и других машин, вызывающих динамические воздействия, монтируют демпфирующие (принудительно гасящие колебания) инженерные сооружения, значительно снижающие распространение динамических колебаний на окружающие основания и грунты, а следовательно, и на существующую застройку.

Выброс в атмосферу пылевых частиц мелких и средних фракций — наиболее сложно контролируемый параметр. Максимальное количество пылеватых частиц выбрасывается в атмосферу в основном при отделочных работах, таких, как шпатлевка и покраска. Поэтому, обеспечив поставку на строительную площадку наибольшее количество предварительно окрашенных изделий и оборудования, можно свести до минимума осуществление этих процессов в построечных условиях, а следовательно, уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Кроме этого в процессах, связанных с механическим воздействием на возведенные железобетонные и каменные конструкции, таких, как бурение, выдалбливание, корректировка размеров и т. п., рекомендуется до начала и в процессе работы обильно смачивать водой обрабатываемые поверхности. Это приводит к осаждению пылеватых частиц на горизонтальные поверхности с последующей уборкой их с площадки вместе со строительным мусором.

С самого начала строительства объекта скапливается огромное количество строительного и бытового мусора, что может привести к загрязнению расположенных поблизости территорий. Поэтому необходимо наладить четкую систему сбора и вывоза строительного и бытового мусора с объекта. На территории строительной площадки устанавливают стоящие отдельно контейнеры под строительный мусор, в том числе и под сдаваемые отходы, такие, как металлолом, бой стекла, бытовой мусор. По мере наполнения контейнеры вывозят на городские свалки или пункты приема, право пользования которыми регламентируется городскими санитарными и экологическими органами. Ведущие строительство подрядные организации покупают разрешения, как правило, в виде талонов, в которых указывается объем и вид завозимого мусора на использование конкретного полигона городских отходов.

Увеличение сброса стоков воды, ливневой и фекальной канализации в процессе строительства представляет серьезную экологическую проблему, поскольку на момент начала работ существующих мощностей городских сетей оказывается недостаточно, в результате чего возникает несанкционированный сброс сопутствующих стоков в окружающую среду. Чтобы это предотвратить, необходимо на стадии подготовительных работ

обеспечить организованный сток со строительной площадки; реконструировать, согласно выданным техническим условиям на периоды строительства и эксплуатации построенного здания, существующие городские сети; привязать зоны мойки колес к сетям ливневой канализации; установить зоны на строительной площадке, в которых разрешается пользоваться водой, канализацией для бытовых и производственных нужд. В процессе проведения работ запретить любой сброс воды на строительной площадке за пределами установленных зон.

В условиях плотной городской застройки новое строительство ведут, как правило, вдоль существующих транспортных магистралей, а иногда и пересекая их, нарушая тем самым сложившуюся систему привычных транспортных схем. Это приводит не только к усложнению движения, но и образованию усеченных транспортных потоков, пробок, дополнительному выхлопу вредных газов от транспортных средств, а следовательно, ухудшению экологической ситуации в городе. Поэтому при согласовании стройгенплана совместно с органами безопасности дорожного движения разрабатывают схемы рационального движения транспорта вокруг строительной площадки на период строительства. Вокруг участка застройки устанавливают стандартные дорожные знаки, предписывающие участникам дорожного движения проезды, объезды и зоны остановки, а в случае необходимости устройства дополнительных пешеходных переходов — светофоры. Перечисленные мероприятия позволяют осуществлять безопасное движение пешеходов и обеспечивать бесперебойный проезд производственной техники, частного и городского транспорта.

26.5. Защита возводимого здания

Среди возможных факторов влияния на экологическую среду будущего объекта наибольшую проблему представляют:

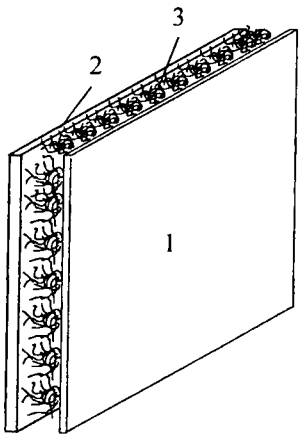
- шумовое воздействие от расположенных вблизи застройки транспортных магистралей, стадионов, кафе и ресторанов, промышленных объектов;
- динамическое воздействие от транспортных средств (в основном метро) и промышленных предприятий;
- выделения газов в результате гниения техногенных отходов, которые могут находиться в грунте;
- наличие поверхностных и грунтовых вод.

Последние две позиции подробно изложены в соответствующих разделах учебника, поэтому рассмотрим подробнее оставшиеся факторы воздействия на экологическую среду возводимого здания.

Снижение шумового воздействия достигают за счет реализации ряда технических и технологических решений. В числе наиболее часто применяемых — установка вдоль транспортных магистралей звукопоглощающих экранов, выполняемых из железобетона, дерева, усиленного стекла или пластмассы. Их изготавливают в виде секций. Высота звукопоглощающих экранов может изменяться от 2 до 5 м, а протяженность, при соединении секций в цепочку, равна длине участка, на котором необходимо оградить городскую застройку от шумовых воздействий автомагистралей. Кроме этого для снижения шума в ограждающих конструкциях возводимых зданий применяют звуко- и теплоизоляционные материалы, обладающие повышенными шумопоглощающими свойствами. В качестве звукоизоляционного материала используют полужесткие и жесткие минераловатные волокнистые плиты, устанавливаемые в толщу ограждающих конструкций в процессе их возведения или укрепляемые на наружную, а иногда и на внутреннюю поверхность возводимой стены. Затем звукоизоляционные плиты отделывают в соответствии с требуемым архитектурным обликом — оштукатуривают по специально закрепленной сетке, облицовывают натуральным или искусственным камнем, кирпичом.

Одним из способов, позволяющих снижать шумовое воздействие в возводимых зданиях, является использование окон и балконных дверей специальных конструкций. Для остекления применяют одно- и двухкамерные стеклопакеты, у которых промежутки между стеклами заполнены инертным газом. Для дополнительной звукоизоляции с наружной стороны окна может быть установлена деревянная или алюминиевая рама с одинарным остеклением. Остекление лоджий и балконов также способствует уменьшению проникновения наружного шума в здание.

В крупных городах динамические воздействия от транспортных потоков и промышленных предприятий являются серьезным фактором, приводящим к нарушению нормальных условий во вновь возводимых жилых и производственных зданиях. И если динамические воздействия от работы промышленных предприятий находятся на контроле в городских органах и должны ограничиваться самими предприятиями (в случае невозможности таких ограничений предприятия выводятся за пределы массовой городской застройки), то осуществление мероприятий, направленных на снижение динамических воздействий от транспортных потоков, и особенно от линий метро неглубокого заложения, является важным этапом процесса возведения здания. К традиционным методам снижения динамических воздействий относится установка виброгасителей в



Р и с. 26.5. Виброизоляционный рулонный материал:

1 — геотекстиль; 2 — гидроизоляционный слой; 3 — пластмассовые пружинки

фундаментную плиту и другие конструктивные элементы подземной части здания. Виброгасители, обладающие демпфирующими свойствами, воспринимают на себя передающиеся от основания колебания и препятствуют их дальнейшему распространению по конструктивным элементам здания.

Новым, все более широко применяемым методом является использование виброизоляционных рулонных материалов. Эти материалы изготавливаются в заводских условиях и представляют собой соединенные вместе три функциональных слоя (рис. 26.5). Первый, наружный слой — гидроизоляционный, к нему с помощью второго слоя, состоящего из большого числа пружинок, навитых из тонких (до 1,5 мм) пластиковых нитей, крепится третий слой, состоящий из геотекстильного материала. Рулонный материал укладывают в вырытый котлован: по вертикальным стенам — на устраиваемую по шпунтовому ограждению обрешетку, по дну — на укладываемую по подготовленному основанию бетонную стяжку. Затем возводят несущий каркас подземной части, который оказывается внутри виброизолирующего слоя. Этот слой и воспринимает как вертикальные, так и горизонтальные динамические колебания, гасит их, препятствуя дальнейшему распространению по конструктивным элементам возведенного здания.

Глава 27

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

27.1. Общие положения

В последние годы, в связи с развитием рыночных экономических механизмов, основанных на новых подходах к определению стоимости строительства, включая оценку стоимости земельных участков, резко возрос интерес к освоению техногенно загрязненных территорий. Как правило, такие территории уже обладают сложившейся инфраструктурой, что является неоспоримым преимуществом.

Строительство на техногенно загрязненных грунтах является одним из видов природоохранного строительства, так как в процессе освоения загрязненных территорий одновременно решается много вопросов, связанных с повышением уровня экологической безопасности, защиты окружающей среды.

Основными причинами техногенного загрязнения территорий и грунтовой среды являются:

- образование санкционированных и несанкционированных свалок бытовых отходов;
- устройство отвалов отходов энергетической, металлургической, горно-перерабатывающей, химической отраслей промышленности;
- сброс загрязненных стоков и неконтролируемые утечки в результате производственной деятельности предприятий в крупных промышленных зонах;
- различного рода техногенные аварии и катастрофы.

Результатом такого рода загрязнений является повышенное содержание в грунте тяжелых металлов, нефтехимических соединений, радиоактивных веществ. В практике строительства используют такое понятие, как «техногенный грунт», когда грунтовая среда насыщена или полностью состоит из различного рода отходов, в том числе органического происхождения, мусора, крупных включений негрунтового характера.

Очень часто загрязнение территорий сопровождается образованием выемок, карьеров, больших насыпей, отвалов и других изменений природного ландшафта и рельефа поверхности земли.

В зависимости от способов воздействия на грунтовую среду строительство на техногенно загрязненных территориях может включать:

- замену загрязненного грунта;
- очистку и санацию загрязненного грунта;
- консервацию загрязненного грунта;
- предохранение грунта от загрязнения при создании полигонов для захоронения техногенных отходов;
- рекультивацию территорий.

При выборе той или иной технологии строительства зданий и сооружений на техногенно загрязненных территориях и грунтах необходимо обращать внимание на следующие факторы:

1. Глубину залегания зараженных грунтов и уровень грунтовых вод. При определенных условиях, при выборе определенной технологии возникают трудности не только финансо-

вые, но и технические. Например, выемка загрязненного грунта может быть практически невозможна;

2. Состав свалочных грунтов. Грунт, залегающий на загрязненных территориях, как правило, неоднороден (крупные включения, шлаки, строительный мусор) и обладает различной несущей способностью;

3. Степень опасности техногенно-загрязненных грунтов. Наряду с тяжелыми металлами и нелетучими веществами в грунте распространены легкие летучие вещества, которые представляют при строительстве потенциальную опасность, так как могут заражать воздушную среду;

4. Необходимость и возможность защиты грунтового основания от фильтрата, снятие гидравлического давления грунтовых вод и защита их от загрязнения;

5. Функциональное назначение здания или сооружения, которое предполагается построить на техногенно загрязненной территории.

27.2. Технологии замены загрязненного грунта

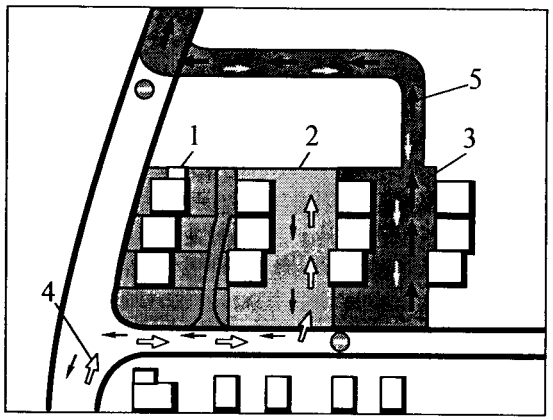
В случае если принято решение о вывозе загрязненного грунта с площадки, его разработку, погрузку в транспортные средства и транспортировку к месту отвала ведут с использованием технологий переработки грунта с соблюдением мер предохранения рабочих, занятых на этих работах.

Большое значение здесь имеет также правильная организация работ, чтобы не загрязнять прилегающие участки земли и транспортные магистрали при разработке грунта и его транспортировке. Для этого на строительной площадке формируют так называемые «чистые» и «грязные» зоны (рис. 27.1).

Особую сложность представляет проведение такого рода работ на территории, занятой постройками, расположенными в промышленной зоне, или жилыми домами. В этом случае загрязненный грунт снимают слоями с учетом требования обеспечения устойчивости здания, так как происходит обнажение подземной части и ослабление фундамента, который в течение длительного времени взаимодействовал с грунтом.

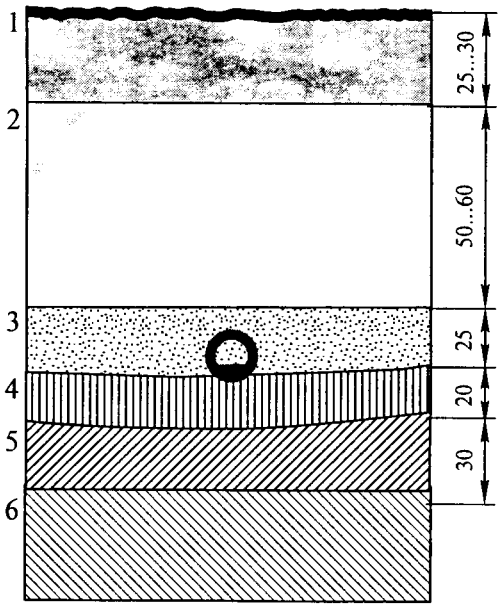
Комплекс работ включает в себя следующие процессы:

- разработку загрязненного грунта на глубину загрязнения или до отметки подошвы фундаментов;
- погрузку грунта в транспортные средства и вывоз его на место захоронения или последующей переработки и очистки;



Р и с. 27.1. Схема замены грунта по захваткам:

1 — «чистая» зона; 2 — зона замены грунта; 3 — «грязная» зона; 4 — завоз чистого грунта; 5 — вывоз загрязненного грунта



Р и с. 27.2. Разрез загрязненного грунтового массива на территории с существующими зданиями:

1 — культурный слой грунта; 2 — свежеуложенный грунт; 3 — дренажный слой; 4 — слой уплотненного грунта; 5 — геосинтетический материал; 6 — природный грунт

• очистку конструкций подземной части здания от загрязненного грунта и устройство нового изоляционного покрытия фундамента и конструкций подземной части;

• устройство защитного покрытия, включающего в себя укладку геосинтетического материала на вскрытую поверхность грунта, отсыпку слоя свежего грунта толщиной 35...40 см и его уплотнение грунтоуплотняющими машинами и оборудованием;

• устройство дренажной системы с укладкой дренажных труб и отсыпкой слоя дренирующих материалов толщиной 20...25 см;

• отсыпку свежего грунта до проектной отметки, включая устройство верхнего культурного слоя толщиной 25...30 см для последующей посадки растений (рис. 27.2).

27.3. Технологии очистки и санации загрязненного грунта

Замена загрязненного грунта — сложный технологический процесс, который не всегда может быть осуществлен в силу экономических, технических и экологических ограничений. Кроме того, с позиций охраны окружающей среды, проблема не получает комплексного решения, так как загрязненный грунт перевозят на другое место, и его захоронение также связано с необходимостью выполнения определенного объема строительных и природоохранных мероприятий.

Строительство на загрязненной территории без замены грунта можно вести с применением технологий очистки и санации загрязненного грунта. Они основаны на реализации следующих методов:

• вентиляция загрязненных массивов грунта и удаление летучих веществ с помощью устройства вакуумных скважин, в том числе с очисткой загрязненных грунтовых вод;

• нейтрализация токсичных веществ, содержащихся в грунтовом массиве, с помощью химически активных веществ;

• вентиляция отвалов загрязненного грунта с использованием микроорганизмов.

В результате производственной деятельности часто происходит загрязнение территории из-за неконтролируемого просачивания в грунтовый массив хлорсодержащих углеводородов, содержащихся в различного рода чистящих, обезжиривающих, растворяющих средствах. Хлорсодержащие углеводороды имеют низкую точку кипения и легко улетучиваются. Это свойство может быть использовано при санации загрязненной территории.

Для этого на загрязненном участке в массиве грунта бурят скважины с установкой обсадных труб, имеющих по всей длине отверстия для вывода газообразных фракций. Затем очищаемый участок покрывают полиэтиленовой пленкой, края которой закрепляют в грунте. Оголовки скважин с помощью гибких трубок соединяют с насосной станцией, которая обеспечивает откачку газа от скважин, расположенных на санируемом участке. При действии насоса в грунте под пленкой создается избыточное давление, хлорсодержащий углеводород переходит в газообразное состояние и устремляется из скважины к угольному фильтру, где происходит очистка газа и его выброс в атмосферу.

Рассмотрим схему реализации данного метода очистки грунтового массива. В данном случае загрязненный грунт представляет собой слой песка мощностью от 2 до 3 м, под которым располагается незагрязненный несущий слой в виде известкового мергеля. Скважины бурят до слоя несущего грунта. При этом их число и расположение на санируемом участке зависят от уровня загрязненности. Качество очистки во многом определяется степенью обеспечения избыточного давления под пленкой. Весь процесс очистки должен сопровождаться контролем за удалением газа в грунтовом массиве, а также состоянием окружающей воздушной среды.

Имеющийся практический опыт применения данного метода показывает, что продолжительность очистки грунтового массива объемом 1500 $м^3$ от хлорсодержащих углеводородов составляет 3,5...4 месяца.

Если загрязненный массив грунта находится в зоне грунтовых вод, то следует осуществлять также очистку грунтовой воды от хлорсодержащих углеводородов. В этом случае на санируемом участке устраивают водозаборные скважины, которые с помощью труб соединяют с установкой колонного типа для очистки загрязненной воды. В установке вода подвергается двухстадийной вентиляции, в результате чего происходит удаление хлорсодержащих углеводородов. Очищенная вода вновь подается в грунтовый массив. Практический опыт показывает, что степень очистки грунтовой воды достигает 99%, производительность одной очистной установки составляет 40 $м^3/ч$.

В промышленных зонах, особенно при наличии производств, где имеется газовое хозяйство, возможно загрязнение грунта токсичными цианидами, представляющими собой легкорастворимые и легко высвобождающиеся вещества, которые загрязняют не только грунт, но и отравляют окружающую воздушную среду, что особенно недопустимо при разработке

грунта на строительной площадке, расположенной вблизи жилого массива.

Существует технология, которая позволяет с помощью химически активных средств связать содержащиеся в грунте цианиды и превратить их на длительный срок в нерастворимые и нетоксичные соединения. Обработанный грунт может быть использован на строительной площадке или вывезен в другое место складирования и использования. При этом обработанный таким образом грунт не наносит ущерба грунтовым водам.

Рассмотрим технологическую схему производства работ с применением такой технологии. Грунт разрабатывают экскаватором и загружают в грунтосмесительную установку, в качестве которой может быть использован автобетоносмеситель. Химический реагент подают в установку небольшими порциями, что приводит к образованию отдельных гранул.

Одной из причин загрязнения территории является попадание в грунт нефтесодержащих веществ (минеральные масла, гудрон, жидкое топливо и др.). Для санации грунта в этом случае может быть использована технология, основанная на вентиляции отвалов загрязненного грунта с использованием микроорганизмов.

Загрязненный грунт вынимают из массива, транспортируют на специальный участок, который может находиться в пределах строительного объекта, и складируют в регенерационный отвал. Отвал формируется на специально оборудованной площадке. Привезенный грунт просеивают через соответствующее сито или грохот для отделения крупных включений негрунтового характера, а затем в него вносят соответствующее количество питательных веществ, содержащих микроорганизмы, обеспечивая однородное перемешивание. Количество и вид питательных веществ определяют специалисты при изучении состава загрязненного грунта. Складированный грунт подвергают интенсивной вентиляции свежим воздухом, который необходим для полезной деятельности микроорганизмов.

Для обеспечения процесса очистки грунта микроорганизмами регенерационный отвал укрывают легким покрытием. На эффективность очистки влияют такие факторы, как правильность подбора питательных веществ, обеспечение соответствующего режима вентиляции, влажность грунта, температура окружающего воздуха, продолжительность процесса вентиляции. Практический опыт применения данного метода показывает, что для обеспечения очистки грунта на уровне 75...80% требуется около пяти месяцев.

27.4. Технологии консервации загрязненного грунта

При наличии благоприятных гидрогеологических условий (минимальный уклон, наличие подстилающих гидроизоляционных слоев грунта) техногенно загрязненный грунт может быть оставлен на месте. В этом случае загрязняющие вещества не должны иметь прямого контакта с окружающей средой (грунтом, грунтовыми водами, воздухом).

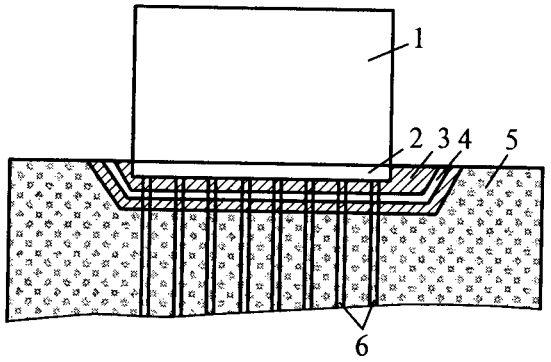
Использование данного метода имеет особое значение при строительстве в условиях городской застройки, когда применение других технологий затруднено или практически невозможно.

Строительство объектов в рамках городского мегаполиса связано с решением целого ряда проблем архитектурного, социального, технического и экологического характера. Сложность данной задачи многократно возрастает в условиях, когда такой микрорайон только формируется и ведется освоение значительных площадей городской территории, ранее занятых свалками бытовых и промышленных отходов.

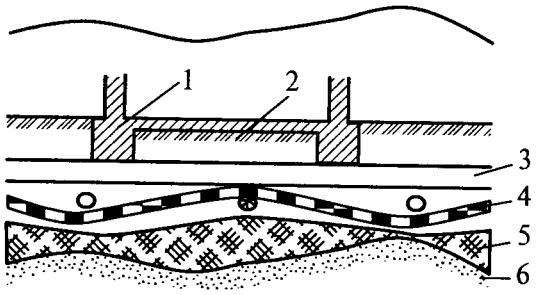
Кроме чисто строительных проблем, возникающих в таком случае, необходимо решать вопросы обеспечения экологической безопасности объекта, связанные с тем, что в массивах техногенных грунтов наблюдаются процессы образования биогаза. Его микрокомпонентами являются метан, диоксид углерода, водород, сероводород, а также десятки других соединений. Выделение и распространение биогаза в окружающей среде, его накопление в зданиях и сооружениях могут привести к целому ряду опасных явлений, таких, как взрывоопасные ситуации, дефицит кислорода, токсикологические неблагоприятные условия, неприятные запахи, почвенные условия, угнетающие растительность.

С учетом этих негативных воздействий в ходе строительства и эксплуатации объекта обязательным является наличие системы наблюдения и управления биопроцессами, включающей газовый дренаж, вентиляцию грунтового массива, внутренний контроль и регулирование состава атмосферы подземной части здания.

В связи с особенностями строительства объектов на техногенных грунтах наряду с разработкой рациональных архитектурно-планировочных решений, требуют дополнительного экономического и экологического обоснования конструктивно-технологические и инженерные решения устройства подземной части зданий.



Р и с. 27.3. Здание на техногенно загрязненном грунте:
1 — надземная часть здания; 2 — подземная часть здания; 3 — песчаная отсыпка; 4 — дренаж газоудаления; 5 — техногенный грунт; 6 — буронабивные сваи



Р и с. 27.4. Здание на рекультивированной территории:
1 — надземная часть здания; 2 — обратная засыпка; 3 — несущий слой грунта; 4 — геосинтетический материал; 5 — слой техногенного грунта; 6 — первоначальный природный грунт

В состав технологического процесса строительства здания входят следующие работы:

- разработка котлована глубиной 1,5...2 м в свалочном теле с вывозом грунта к месту его захоронения;
- создание свайного основания для передачи нагрузки от здания на несущие слои грунта;
- устройство песчаной подушки толщиной до 0,5 м для создания фундаментной плиты и расположения системы газоудаления;
- устройство ростверка и фундаментной плиты на песчаной подушке;
- возведение надземной части здания;

- выполнение комплекса мер по мониторингу процессов, происходящих в толще техногенного грунта и обеспечению защиты окружающей среды (рис. 27.3 и 27.4).

27.5. Технологии предохранения территорий от загрязнения при создании полигонов для захоронения отходов

Сооружения, которые предназначены для захоронения различного рода отходов хозяйственной и производственной деятельности человека, являются потенциальным источником загрязнения окружающей среды, экологические последствия которого могут проявляться через несколько лет или даже несколько десятков лет. К таким объектам предъявляют повышенные требования по безопасности, качеству их проектирования, производству работ и эксплуатации, а позднее надежной консервации и закрытию или рекультивации.

Одним из массовых видов отходов являются твердые бытовые отходы (ТБО). Объем твердых бытовых отходов в России непрерывно возрастает как в абсолютных величинах, так и в пересчете на душу населения. По различным источникам, он составляет 56 млн т в год.

Участки территории, где происходит их складирование и захоронение, носят название полигонов. Они представляют собой сложные инженерные сооружения.

Наряду с полигонами, предназначенными для запланированного вывоза отходов, в городах и населенных пунктах существуют так называемые несанкционированные свалки, которые занимают большие площади. Под такими свалками понимают стихийно образовавшиеся или возникшие благодаря непродуманной деятельности человека искусственные геологические образования (площадью не менее 0,5 га при мощности отложений более 1 м).

В процессе образования свалки, формирования и эксплуатации полигона, в результате перегнивания биологических остатков и попадания на поверхность отходов атмосферных осадков в свалочном теле образуются инфильтрат (жидкая фракция) и биогаз (газообразная фракция). В связи с этим одними из основных конструктивных элементов сооружения являются защитные экраны основания полигона, а при консервации — защитный экран на его поверхности, выполняющие важнейшую природоохранную функцию.

Требования, предъявляемые к организации полигонов в нашей стране, допускают изоляцию поверхности полигона инертными материалами для охраны атмосферы. Охрана почвы окружающих территорий достигается установкой переносных сетчатых ограждений. Охрана грунтовых вод от фильтрата, образующегося во время перегнивания отходов, обеспечивается за счет естественного испарения с поверхности полигона и поглощения влагоемкими компонентами отходов.

Основание полигона рекомендуется устраивать на плотных суглинках и глинах, расстояние от уровня грунтовых вод до дна полигона не должно быть менее 1 м. Наличие этого естественного барьера считается достаточным для защиты грунтовых вод и грунтового пространства.

В случаях возможности образования фильтрата для обеспечения его равномерного распределения основание полигона проектируют строго горизонтальным. Защитные свойства грунтового экрана в основании полигона определяются *коэффициентом фильтрации* $K_Ф$ грунтов основания. В зависимости от коэффициента фильтрации рекомендуются следующие решения:

- для глин и тяжелых суглинков с $K_Ф < 10^{-9}$ м/с — защитный слой не менее 30 см;
- для глин и тяжелых суглинков с $K_Ф = 10^{-7}...10^{-8}$ м/с — защитный слой не менее 50 см;
- для суглинков с $K_Ф = 1{,}3 \cdot 10^{-7}...1{,}5 \cdot 10^{-7}$ м/с — защитный слой не менее 50 см, дополнительно уплотненный методом укатки до состояния, при котором $K_Ф < 10^{-7}$ м/с;
- для супесей и песков с $K_Ф = 10^{-5}...10^{-7}$ м/с — защитный слой 5...10 мм, покрытый отходами нефтеперерабатывающей промышленности (создание пленки) с верхним укрытием слоем грунта 30 см.

В существующих рекомендациях по организации полигонов твердых бытовых отходов предложены следующие защитные экраны:

- грунтовые (однослойные, двухслойные, грунтобитумные);
- бетонные и железобетонные (из железобетонных плит, полимербетонные, бетонопленочные);
- асфальтобетонные (однослойные с битумным покрытием, двухслойные с дренажной прослойкой, с покрытием битумно-латексной эмульсией);
- асфальтополимербетонные;
- пленочные с однослойной и двухслойной дренажной прослойкой (из полиэтиленовой пленки, стабилизированной сажей).

Конструкция защитных экранов представляет собой комбинацию изоляционных и фильтрующих элементов, позволяющих собирать и отводить в систему коллекторов фильтрат, образующийся при перегнивании органических веществ, а также обеспечивать изоляцию тела полигона от подпитки грунтовыми водами и атмосферными осадками, отводя их в дренажную систему.

Защитные экраны могут быть выполнены из природных минеральных материалов (песок, гравий, щебень, глина, бентонит, песчано-бентонитовые смеси) и из геосинтетических материалов (синтетическая рулонная гидроизоляция, геотекстиль, бентонитовые маты, композиционные дренажные и изоляционные маты — геокомпозиты).

В последние годы в практике строительства полигонов для захоронения твердых бытовых отходов во многих европейских странах большое распространение при устройстве защитных экранов получили геосинтетические материалы.

Основное назначение геосинтетических материалов заключается в обеспечении полной изоляции места захоронения отходов и полной гарантии невозможности проникновения загрязняющих веществ в окружающую среду — почву, грунт, грунтовые воды и атмосферу.

При строительстве полигонов геосинтетические материалы несут пять важнейших функций:

1) разделительный слой, выполняемый из нетканых материалов, препятствует перемешиванию грунтов с разным гранулометрическим составом;

2) фильтрационный слой препятствует вымыванию мелких частиц грунта и загрязнению дренажа;

3) дренажный слой поглощает и отводит газ, дождевые и талые воды;

4) защитный слой изоляционного материала предохраняет гидроизоляцию полигона от механических воздействий;

5) армирующий слой обеспечивает устойчивость полигона.

Геосинтетические материалы, применяемые при строительстве полигонов захоронения отходов, обладают высокими прочностными характеристиками, устойчивы к гниению и воздействию любых химических веществ и микроорганизмов, характерных для грунтов, грунтовых вод и фильтрата, так как основой всех материалов служат искусственные полимеры (полиэстер, полиэтилен). Материалы легко монтируются и долговечны (100...150 лет).

Выбор схемы защитного экрана основания полигона зависит от инженерно-геологических условий строительной пло-

щадки, схемы формирования полигона, вида депонируемых отходов, технических требований.

В конструкциях защитных экранов принято не менее двух функционально дублирующих друг друга слоев, обеспечивающих гарантию эксплуатационной надежности. Это функциональное дублирование обусловлено тем, что комплекс геотехнических проблем, которые требуется решить при устройстве полигона, весьма велик. Надежность же природных геологических барьеров нельзя гарантировать. Защита боковых поверхностей полигона от проникновения фильтрата в грунт и грунтовые воды осуществляется с помощью устройства защитных экранов, которые выполняются, как правило, по технологии «стена в грунте».

27.6. Технологии рекультивации территорий

В большинстве случаев хранилища и свалки различного рода отходов образуются на местах бывших карьеров по добыче минеральных сырьевых ресурсов. Многие из этих карьеров располагаются в поймах рек с крайне неблагоприятными гидрогеологическими условиями: высоководопроницаемыми породами, высоким стоянием уровня грунтовых вод, разгрузкой потока грунтовых вод в поверхностные водные источники. Угроза вредного влияния на состояние окружающей среды в этих случаях еще более возрастает, а в некоторых местах на протяжении всего времени существования хранилищ отходов и свалок происходит заражение грунтовых вод и окружающего пространства.

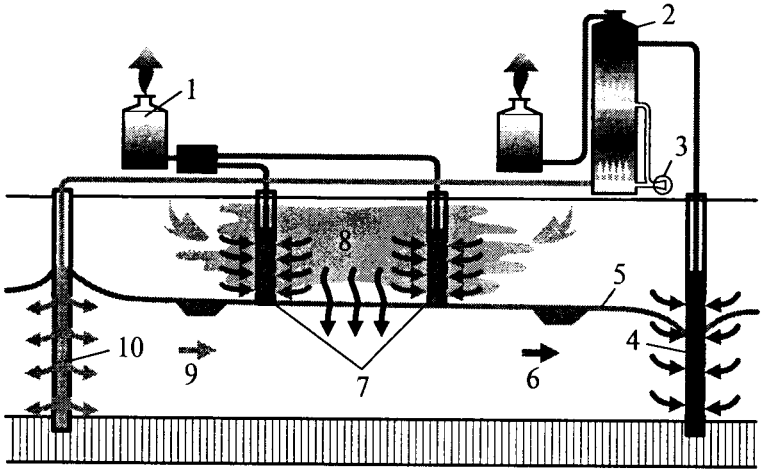
Рекультивация и санирование техногенно загрязненных территорий — это комплексный процесс, при формировании которого необходимо учитывать следующие факторы:

- региональное планирование, перспективный план развития территории, района;
- требования органов, в функции которых входит защита окружающей среды;
- экономические условия региона.

Решить эту задачу можно только на основе использования новейших строительных технологий и материалов, научных достижений в области геотехники, геологии и механики грунтов, позволяющих вернуть «мертвые» площади в городскую или районную структуру (рис. 27.5).

В настоящее время существуют следующие способы рекультивации загрязненных территорий:

1. Вывоз отходов и дальнейшее их захоронение на специальных полигонах;



Р и с. 27.5. Принципиальная схема очистки загрязненного грунта и грунтовых вод:

1 — оборудование для очистки грунта; 2 — оборудование для очистки грунтовых вод; 3 — вентиляционная установка; 4 — скважины для водозабора; 5 — уровень грунтовых вод; 6 — движение загрязненной грунтовой воды; 7 — вакуумные скважины; 8 — загрязненный грунт; 9 — движение очищенных грунтовых вод; 10 — скважины для возврата очищенных грунтовых вод

2. Вывоз отходов после предварительной сепарации (разделения на составные части) и переработки с целью уменьшения части отходов, подлежащих дальнейшему захоронению и их вторичному использованию;

3. Санирование территории без вывоза отходов и обеспечение санитарных и технических условий для дальнейшего ее использования.

Способ санирования выбирают в зависимости от конкретных условий территории, места ее расположения, объемов и свойств свалочного грунта, плана перспективной застройки, стоимости, временных затрат и возможностей инвестора.

Первый способ рекультивации можно успешно применять для ликвидации небольших свалок и при наличии полигона для захоронения отходов, удаленного на небольшое расстояние, когда транспортные затраты и стоимость захоронения невелики.

Второй способ пригоден в условиях, позволяющих разместить вскрышное, сортировочное и, при необходимости, дробильное оборудование для переработки и сепарации отходов. В этом случае разделение отходов на органические, минеральные,

металлические и пластмассовые составляющие позволит использовать методы компостирования, снизить часть отходов, подлежащих захоронению, и получить, например, из минеральной составляющей вторичные строительные материалы (щебень), реализация которых позволит вернуть часть вложенных средств. В частности, этот метод может быть эффективен при рекультивации моносвалок строительного мусора и грунтов, полученных в результате строительных и горнодобывающих работ.

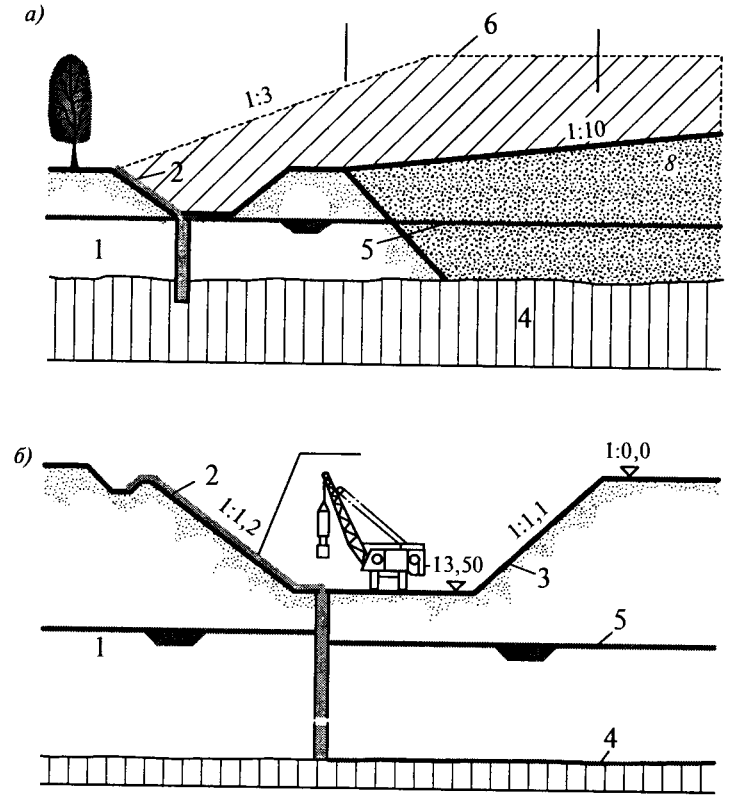
Третий способ может быть использован при санации относительно больших площадей, когда вывоз отходов окажется весьма дорогостоящим и потребует значительных затрат времени или будет невозможен в силу других обстоятельств (например, в результате обводненности территории или свалки). В этом случае техногенный грунт должен быть хорошо изучен, установлены его влияние на грунты и грунтовые воды и возможность эмиссии вредных веществ в окружающее пространство и определено техническое решение, обеспечивающее консервацию свалочных грунтов и устранение их вредного влияния на окружающее пространство (грунты, грунтовые воды, воздух).

Большое значение имеют перспективный план дальнейшего использования территории, функциональное назначение зданий и сооружений, которые предполагается разместить на санируемом пространстве (индустриальная зона, склады, рекреационная зона, жилая застройка и др.), определяющих уровень санитарных требований к санируемой территории.

Анализ и обобщение этих параметров позволят разработать концепцию санирования, определить требуемые мероприятия, выбрать технологические решения и строительные материалы. Схематично принцип строительства здания на рекультивированной территории изображен на рис. 27.6.

Конструкция изоляционного экрана, обеспечивающего консервацию свалочных грунтов, конкретный тип гидроизоляционных и дренажных материалов, армирующих элементов основания и грунтов засыпки можно определить только на основе конкретных данных как инженерно-геологических изысканий, так и плана перспективного развития территории.

Немаловажными факторами комплексного решения проблемы являются стоимость выполнения работ и поиск инвестора. Эта работа должна быть выполнена совместно с проработкой технического решения, так как любое самое хорошее техническое решение может остаться только на бумаге, если оно не имеет экономического базиса.



Р и с. 27.6. Схемы защитного экрана:

а — для полигона; *б* — с использованием технологии «стена в грунте»; 1 — массив грунта; 2 — защитное основание полигона; 3 — защитный экран; 4 — геологический барьер; 5 — уровень грунтовых вод; 6 — планируемая поверхность полигона; 7 — планируемый объем отходов; 8 — существующее свалочное тело

Таким образом, вопрос о новом использовании техногенно загрязненной территории — это комплексная техническая и экономическая задача. Успех ее решения определяется уровнем проектного менеджмента, который должен быть осуществлен на самых ранних стадиях проекта, и уровнем технической компетенции проектировщика и разработчика концепции проекта. Это требует подготовки и переподготовки высококвалифицированных строительных кадров, эколого-экономической ориентации, обобщения и освоения зарубежного опыта, создания новой нормативно-технической базы по инженерным изысканиям, расчету и проектированию сооружений на техногенно загрязненных территориях.

Глава 28

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗИМНИХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

28.1. Особенности зимнего периода

По нормативным требованиям условия зимнего периода наступают при установлении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже 5°С и при минимальной суточной температуре ниже 0°С. Подобные климатические условия продолжаются на территории России в среднем 6...7 месяцев в году. Зимний период в наибольшей степени оказывает влияние на возведение конструкций зданий и сооружений из монолитного бетона. Прекращение бетонных работ зимой привело бы к увеличению сроков строительства объектов, возрастанию накладных расходов и сроков оборачиваемости инвестиций. В результате возрастает себестоимость строительной продукции и сокращается объем ее реализации с порождением целого ряда социальных проблем.

К производству бетонных работ в зимний период предъявляется ряд требований, основные из которых:

- выбор и технико-экономическое обоснование способа зимнего бетонирования, разработка технологической карты производства работ;
- необходимость подогрева бетонной смеси на стадии приготовления до температуры не более 35°С;
- максимальное сохранение начальной тепловой энергии бетонной смеси при ее доставке на объект и в период укладки в конструкцию;
- удаление снега из заопалубленного пространства и наледи с арматурного каркаса;
- увеличение продолжительности уплотнения бетона на 25% при его укладке в конструкцию;
- обеспечение заданных температурно-влажностных условий выдерживания бетона;
- достижение требуемой прочности бетона по морозостойкости до его замораживания.

Формирование прочностных характеристик бетона в зимних условиях имеет свои особенности. Основной проблемой является замерзание в бетоне в начальный период его структурообразования химически несвязанной воды затворения с последующим увеличением ее объема до 9% и сопутствующим разрушением связей в бетоне. При этом его конечная прочность на 15...20% ниже прочности бетона, выдержанного в нормальных условиях.

Замерзание воды в бетоне влияет и на другие процессы, снижающие его прочность. Так, ледяная пленка обволакивает арматуру и заполнитель в бетоне, препятствуя тем самым их необходимому сцеплению с цементным тестом и созданию плотной структуры бетона после оттаивания.

Основой формирования технологии зимнего бетонирования является обеспечение условий, при которых монолитные железобетонные конструкции в короткие сроки с наименьшими затратами могли бы набрать *критическую прочность* по морозостойкости или требуемую для восприятия проектных нагрузок с необходимым качеством.

Критическая прочность бетона, выраженная в процентах от R_{28} есть прочность, при достижении которой бетон может быть заморожен без снижения его прочностных показателей при наступлении положительных температур.

Подготовка к производству работ начинается с анализа особенностей бетонирования и предполагаемых условий эксплуатации монолитных конструкций. Основные факторы, влияющие на технологию бетонирования:

- модуль поверхности $M_п$, характеризующий массивность конструкции и определяемый как отношение суммарной площади наружных охлаждающихся поверхностей бетонируемой конструкции к объему бетона этой конструкции;
- предварительный нагрев основания (промороженного грунта, подстилающего слоя), на которое будет укладываться бетонная смесь до температуры 40...50°С, и прогрев конструкции в глубину до 30 см;
- класс бетона, его начальная температура, степень армирования конструкции, тип и особенности опалубки, технические и химические средства воздействия на бетон в период его выдерживания и т. д.

28.2. Технология бетонирования конструкций без искусственного обогрева

Возведение монолитных конструкций без искусственного обогрева является наиболее экономичным способом зимнего бетонирования. Экономическая эффективность при этом достигается за счет максимального использования внутренних источников тепловой энергии, полученной бетонной смесью при ее приготовлении путем применения, как правило, подо-

гретой (до 70°С) воды затворения, а также за счет энергии, выделяемой в твердеющем бетоне в процессе протекания реакции гидратации цемента с водой (экзотермия цемента).

Применение противоморозных добавок предотвращает замерзание жидкой фазы в бетоне в период его твердения при отрицательных температурах, продлевая период протекания реакции гидратации и набора бетоном прочности.

28.2.1. МЕТОД «ТЕРМОСА»

На использовании внутренних источников энергии основан самый распространенный метод выдерживания бетона — метод «термоса». Его сущность заключается в том, что за счет начальной энергии и последующей экзотермии цемента массивная теплоизолированная конструкция набирает требуемую прочность за расчетный период времени до замерзания.

Область применения метода «термоса» — бетонирование массивных монолитных конструкций (фундаменты, плиты, блоки, стены) с модулем поверхности $M_п = 3...8$ в любых теплоизолированных опалубках. Кроме того, целесообразно применять метод «термоса» в тех случаях, когда к бетону предъявляются повышенные требования по морозостойкости, водопроницаемости и трещиностойкости, так как термосное выдерживание сопровождается минимальными напряжениями в бетоне от воздействия температуры.

Целесообразность применения метода «термоса» устанавливается в результате технико-экономического расчета с учетом массивности конструкции, активности и тепловыделения цемента, температуры уложенного бетона и наружного воздуха, скорости ветра, а также возможности получения заданной прочности бетона в установленный срок.

Методика расчета термосного выдерживания монолитных конструкций различной массивности приведена в нормативной и справочной литературе и изучается в курсе «Технология строительных процессов».

28.2.2. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК

Сущность технологии зимнего бетонирования заключается в том, что растворы солей, введенные в бетонную смесь при ее приготовлении, в процессе выдерживания уложенного в конструкцию бетона, имеющего положительную начальную температуру, значительно продлевают состояние жидкой фазы, обеспечивая тем самым протекание реакции гидратации даже

в условиях отрицательных температур. К числу используемых солей относятся нитрит натрия, нитрит кальция, поташ, хлористый натрий и др.

Область применения данной технологии — бетоны в конструкциях, армированных нерасчетной арматурой с защитным слоем бетона не менее 50 мм. Количество противоморозных добавок определяют в процентном отношении к массе цемента. Подбор состава бетона с требуемыми добавками осуществляют с учетом типа и условий эксплуатации монолитной конструкции, температуры наружного воздуха. Количество вносимых добавок увеличивается при возрастании значения отрицательной температуры относительно расчетной.

Применению бетонов с противоморозными добавками должно предшествовать испытание образцов на коррозийное воздействие добавок на бетон, образование высолов на наружной поверхности бетона, скорость твердения бетона и его прочностные характеристики (табл. 28.1).

Таблица 28.1. **Влияние противоморозных добавок на прочность бетона**

Сроки твердения, сут	Прочность бетона с добавками, % от R_{28}, при температуре, °С										
	Хлористые соли			Нитрат натрия			Поташ				
	−5	−10	−15	−5	−10	−15	−5	−10	−15	−20	−25
7	35	25	15	30	20	10	50	30	25	25	30
14	65	35	25	50	35	20	65	50	40	40	30
28	80	45	35	70	55	35	75	70	60	55	50
90	100	70	50	90	70	50	100	90	80	70	60

Температура бетона с противоморозными добавками к началу выдерживания должна оставаться положительной. Ее значение должно превышать температуру наружного воздуха не менее чем на 5°С со знаком «+» (температура воздуха −13°С, температура укладываемого бетона не менее +18°С). Незаопалубленные поверхности монолитных конструкций должны быть теплоизолированы для предотвращения вымораживания влаги с этих участков.

Существуют ограничения в применении некоторых противоморозных добавок для предварительно напряженных конструкций и конструкций, подвергаемых динамическим нагрузкам. Растворы хлористых солей не допускается использовать при замоноличивании стыков сборных железобетонных конструкций, имеющих выпуски арматуры или закладные детали без проведения их химзащиты. Определены предельные температуры наружного воздуха для применения противоморозных

добавок: −15°С — для хлористых солей, нитрата и нитрита натрия; −25°С — для поташа.

Достоинства технологии с использованием противоморозных добавок заключаются в минимальных физических и материальных затратах на ее реализацию. Недостатками технологии являются самый длительный период приобретения бетоном критической прочности, негативные последствия при нарушении требований по применению противоморозных добавок (коррозия арматуры, высолы на поверхности). В строительной практике широко используют комплексные способы выдерживания бетона. Так, для сокращения сроков твердения бетона с противоморозными добавками используют метод «термоса», приготавливая бетонную смесь на подогретых составляющих и воде с последующей теплоизоляцией выдерживаемого бетона.

При ведении бетонных работ без искусственного обогрева контролю подвергают:

- условия бетонирования и начальную температуру укладываемой бетонной смеси;
- среднюю температуру бетона в период выдерживания;
- продолжительность остывания бетона до 0°С при методе «термоса» и до расчетной минусовой температуры при использовании противоморозных добавок;
- теплоизолирующее покрытие конструкции, его соответствие требуемому значению теплопередачи;
- максимальную глубину оттаивания основания и отогрева смежного с бетонируемым участка ранее уложенного бетона (ранее имевших температуру наружного воздуха), на которые будет укладываться бетонная смесь;
- резкое изменение температурных условий твердения бетона, требующее принятия дополнительных оперативных мер для обеспечения получения критической прочности бетона до его замерзания. К таким мерам относятся устройство дополнительной теплоизоляции бетона, продление сроков его выдерживания, при необходимости, применение искусственного прогрева конструкции.

Безобогревные методы зимнего бетонирования имеют хорошие перспективы для применения. Их прогресс основывается на разработке новых теплоизоляционных материалов, обеспечивающих надежную изоляцию свежеуложенного бетона в конструкцию любой формы, внедрении новых недорогих и эффективных добавок — ускорителей твердения бетона, одновременно являющихся противоморозными, в обеспечении оперативных расчетов и автоматического контроля за условиями выдерживания бетона с применением ЭВМ непосредственно

на объекте. Внедрение новых прогрессивных методов позволит принимать оперативные решения по корректировке условий выдерживания бетона и сократит затраты на реализацию применяемого способа зимнего бетонирования.

28.3. Бетонирование конструкций с термообработкой

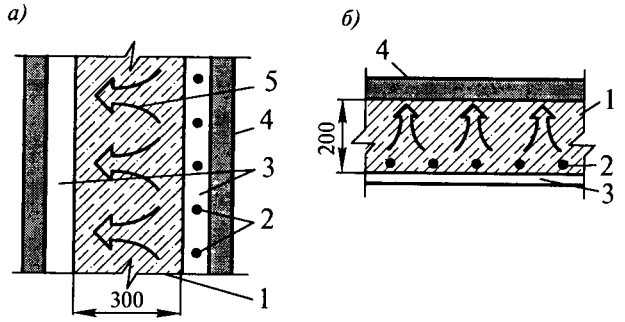
Термообработка бетона представляет собой искусственное внесение тепловой энергии в монолитную конструкцию в период ее твердения с целью сокращения периода выдерживания бетона и приобретения им критической или проектной прочности до замерзания.

Область применения способов теплового воздействия на выдерживаемый бетон распространяется на все разновидности монолитных конструкций с модулем поверхности $M_п > 3$. Выбор же оптимального способа термообработки осуществляют на основании технико-экономического расчета с привязкой к условиям определенного объекта строительства.

Технология термообработки бетона имеет свои особенности. Основная из них — необходимость соблюдения расчетных режимов термообработки. Основными характеристиками технологических режимов являются: начальная температура бетона, продолжительность цикла термообработки до получения критической прочности, скорость подъема температуры (разогрева) бетона, температура и продолжительность изотермического выдерживания, скорость и продолжительность остывания, критическая или проектная прочность бетона.

Тепловое воздействие на прогреваемый бетон осуществляется несколькими методами, отличающимися способами передачи тепловой энергии. Самыми распространенными из них в практике строительства являются следующие.

1. *Контактный способ*, обеспечивающий передачу тепловой энергии от искусственно нагретых тел (материалов) прогреваемому бетону путем непосредственного контакта между ними (рис. 28.1). Разновидностями этого способа являются: обогрев бетона в термоактивной опалубке, а также прогрев с применением различных технических средств (греющие провода, кабель, термоактивные гибкие покрытия и пр.), непосредственно контактирующих с обогреваемой средой — бетоном. Способ применяется, в основном, для прогрева тонкостенных конструкций с модулем поверхности 8...20.

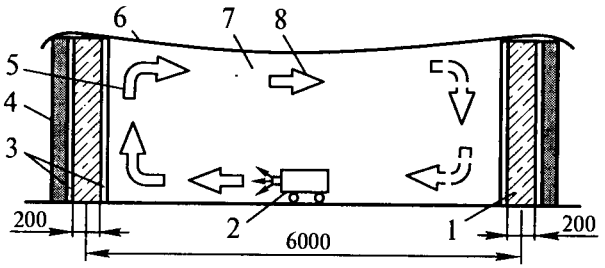


Р и с. 28.1. Схемы контактного нагрева монолитных конструкций:

а — стены; *б* — перекрытия; 1 — забетонированная конструкция; 2 — нагревательные элементы (греющие провода); 3 — опалубка; 4 — теплоизоляция; 5 — направление теплового потока

2. *Конвективный способ*, при котором передача тепла от искусственных источников нагреваемым объектам (опалубке или бетону) происходит через воздушную среду путем конвекции (рис. 28.2). Технология реализуется в замкнутых контурах с применением технических средств (электрокалориферов, газовых конвекторов и пр.), преобразующих различные энергоносители (электроэнергия, газ, жидкое или сухое топливо, пар и пр.) в тепловую энергию. Метод применим для прогрева тонкостенных стеновых конструкций и перекрытий.

Достоинства конвективного метода — незначительная трудоемкость работ и замкнутое пространство вокруг прогреваемой конструкции посредством инвентарных ограждений и пологов, например, из брезента. Недостатки: значительные потери тепловой энергии на нагрев посторонних предметов и воздуха, большая продолжительность цикла обогрева (3...7 сут) и, как следствие, высокий показатель удельного расхода энергии (свыше 150 кВт · ч на прогревание 1м^3 бетона).



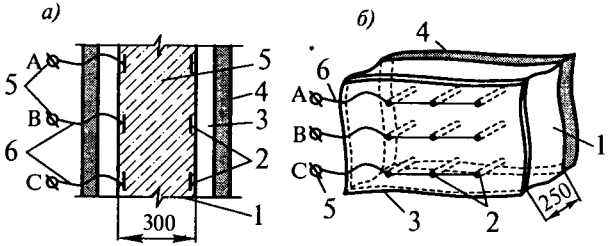
Р и с. 28.2. Схема конвективного нагрева монолитных конструкций:

1 — забетонированная стена; 2 — электропушка (электрокалорифер); 3 — опалубка; 4 — теплоизоляция; 5 — направление теплового потока вдоль стены; 6 — инвентарный полог из брезента; 7 — нагреваемая воздушная среда; 8 — принудительная конвекция

3. *Электропрогрев* основан на выделении в твердеющем бетоне тепловой энергии, получаемой путем пропускания электрического тока через жидкую фазу бетона, используемую в качестве омического сопротивления. При этом пониженное напряжение к прогреваемой монолитной конструкции подводят посредством различных электродов (стержневых, полосовых и струнных), погружаемых в бетон или соприкасающихся с ним (рис. 28.3). Область использования — прогрев монолитных конструкций с модулем поверхности 5...20. Применению метода должен предшествовать расчет и проектирование электродов, схемы их расположения и подключения к сети, а также режима прогрева.

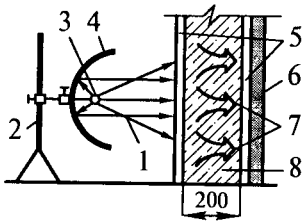
Преимущества метода: в качестве электродов используют подручные материалы — арматуру или листовой металл, потери тепловой энергии минимальны. Недостатки: безвозвратные потери металла — стержневых электродов (остающихся в теле забетонированной конструкции), значительная трудоемкость при реализации метода (особенно при использовании арматурных стержней), необходимость регулирования (снижения) электрической мощности посредством понижающего трансформатора при уменьшении удельного электрического сопротивления бетона, вероятность появления температурных напряжений в зонах примыкания бетона к электродам.

4. *Инфракрасный нагрев* основан на передаче лучистой энергии от генератора инфракрасного излучения нагреваемым поверхностям через воздушную среду. На облучаемой поверхности



Р и с. 28.3. Схемы электропрогрева монолитных конструкций:

а — стены; *б* — ленточного фундамента; 1 — забетонированная конструкция; 2 — электроды полосовые и стержневые; 3 — опалубка; 4 — теплоизоляция; 5 — контактные выводы; 6 — выводы электроразводки



Р и с. 28.4. Схема инфракрасного нагрева монолитных конструкций:

1 — поток лучистой энергии; 2 — стойка инфракрасной установки; 3 — инфракрасный излучатель; 4 — рефлектор-отражатель; 5 — опалубка; 6 — теплоизоляция; 7 — направление теплового потока в конструкции; 8 — забетонированная стена

поглощенная энергия инфракрасного спектра преобразуется в тепловую и благодаря теплопроводности распространяется в глубь нагреваемой конструкции. Метод реализуется посредством автономных (от забетонированной конструкции и опалубки) инфракрасных прожекторных установок (ИПУ), работающих в основном на электроэнергии (рис. 28.4).

Преимущества метода: отсутствие необходимости в переоборудовании опалубки, возможность выполнять вспомогательные операции (отогрев промороженного основания или стыков ранее уложенного бетона, удаление наледи на арматуре и в заопалубленном пространстве), возможность прогревать конструкцию параллельно с бетонированием, сохраняя ранее внесенную тепловую энергию, и за суточный цикл термообработки получать до 70% проектной прочности бетона.

Недостаток технологии: значительная трудоемкость метода, связанная с переносом, расстановкой и подключением к электрической сети технических средств (ИПУ), необходимость обеспечения замкнутого объема для сокращения затрат тепловой энергии (особенно в ветреную погоду), а также высокий удельный расход электроэнергии: 80...120 кВт · ч на прогревание 1 $м^3$ бетона.

5. *Индукционный прогрев* основан на использовании электромагнитной индукции, при которой энергия переменного электромагнитного поля преобразуется в арматуре или в стальной опалубке в тепловую и за счет теплопроводности передается бетону. Реализуется метод посредством инвентарного индуктора, рассчитанного и изготовленного для определенного узла (например, стыка железобетонных колонн) или объема железобетонной конструкции.

Преимущества метода: простота и качество прогрева конструкций с большой насыщенностью арматурой, обеспечение равномерного по сечению и протяженности конструкции температурного поля.

При термообработке бетона контролю, в частности, подвергают:

- требуемую (по ППР) начальную температуру бетонной смеси (доставленной и уложенной в конструкцию);

- температуру выдерживаемого бетона и выпусков арматуры (через каждые 1...2 ч);
- скорость подъема температуры бетона;
- равномерность прогрева конструкции в различных плоскостях;
- размещение в зоне прогрева (выдерживания) бетона контрольных кубиков;
- скорость остывания прогретых конструкций;
- продолжительность распалубливания конструкций;
- качество и прочность выдерживаемого бетона и оценка его итоговых характеристик (оперативный контроль).

6. *Греющие провода.* Для отдельных видов бетонируемых конструкций, в том числе и при несъемной опалубке из пенополистирола, рекомендуется применять нагревательные провода с металлической токонесущей изолированной жилой, подключаемые в электрическую сеть и работающие, как нагреватели сопротивления. Для нормального обогрева основным требованием является предотвращение механических повреждений изоляции проводов при их установке, монтаже опалубки и укладке бетонной смеси, устранение замыканий токонесущей жилы с арматурой и другими металлическими элементами.

Нагревательные провода размещают в конструкции перед бетонированием. В монолитных стенах применяют вертикальную навивку нагревательного провода. Провод закрепляют снаружи на вертикальные сетки и каркасы, в наиболее защищенной зоне при бетонировании — между арматурой и опалубкой. В перекрытиях провод размещают в нижней части, закрепляя по сетке и арматурному каркасу. Греющий провод применяют в виде последовательно соединенных отрезков длиной 30...45 м. Провода к арматуре крепят вязальной проволокой.

Продолжительность обогрева зависит от температуры и требуемой конечной прочности бетона, которую можно определить по графикам набора прочности в зависимости от температуры выдерживания. После окончания изотермического выдерживания он остывает под слоем утеплителя. Скорость остывания бетона при резком понижении температуры наружного воздуха поддерживают в заданных пределах путем периодических включений под рабочую нагрузку на 15...30 мин греющих проводов.

В бетонную смесь, подвергаемую тепловой обработке, целесообразно вводить противоморозные добавки (нитрит натрия) в количестве 2...4% от массы цемента для понижения температуры льдообразования и сохранения более значительного срока удобоукладываемости бетонной смеси. Такое решение принимают, когда условия транспортирования и укладки

смеси при отрицательной температуре наружного воздуха не позволяют сохранить положительную температуру бетона до начала прогрева.

28.4. Рекомендации по выбору метода термообработки

Практика зимнего бетонирования позволяет рекомендовать наиболее эффективные способы термообработки для определенных монолитных конструкций.

28.4.1. ТЕРМООБРАБОТКА ФУНДАМЕНТОВ

При бетонировании фундаментной плиты любой массивности рекомендуется применять:

• инфракрасные прожекторные установки (ИПУ) для отогрева промороженного основания; удаления снега и наледи с арматурного каркаса и в заопалубленном пространстве; обогрева периферийных (торцевых) участков плиты; тепловой защиты уложенного бетона с целью сохранения им начальной температуры и набора минимальной опалубочной прочности, позволяющей укладывать теплоизоляционные материалы и отключать прожекторные установки. Продолжительность выдерживания бетона до достижения не менее 40% от проектной прочности составит не более 2 сут при средней температуре бетона около 30°С. Требуемая электрическая мощность для работы нормокомплекта ИПУ не превысит 100 кВт при работе на захватке площадью до 100 м^2. Удельный расход электроэнергии составит в среднем не более 15...20 кВт·ч/м^3;

• метод «термоса», как основной способ выдерживания бетона при термообработке массивных фундаментов. При этом способе необходимо контролировать температуру выдерживаемого бетона, особенно в центральной части конструкции, для снижения влияния температурных напряжений, возникающих из-за резкого подъема температуры бетона за счет экзотермии цемента. В подобных случаях при бетонировании больших массивов снижают начальную температуру бетона и уменьшают (или снимают вообще) теплоизоляционный слой над частью конструкции с локальным перегревом.

При зимнем бетонировании ленточных фундаментов возможно применение метода «термоса», противоморозных добавок или контактного способа (электропрогрева с пластинчатыми нашивными электродами). Оптимальный способ (с минимальными затратами и нормативным сроком выдерживания) определяется технико-экономическим расчетом при сравнении рекомендуемых вариантов.

Бетонирование монолитного основания под полы или чистого пола в зимних условиях возможно с использованием инфракрасных прожекторных установок (ИПУ), противоморозных добавок, а также электропрогрева посредством струнных или стержневых электродов. При этом отогреть промороженное основание возможно только с помощью ИПУ. Экономически выгодно заблаговременно утеплить основание различными теплоизоляционными материалами, не допустить его промерзания.

28.4.2. ТЕРМООБРАБОТКА СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Стеновые конструкции имеют высокий модуль поверхности, как правило, выше восьми. При их термообработке развитая опалубленная поверхность монолитных стен влечет большие потери тепла, требует применения специальных технических средств, обеспечивающих равномерный прогрев по всей площади опалубки (с перепадом температуры не более 5°С), а при высокой степени армированности (более 3%) ограничивает применение эффективных способов термообработки. Кроме того, возведение стеновых конструкций на захватке создает фронт работ для устройства монолитных перекрытий, а также обеспечивает условия создания естественного замкнутого контура, необходимого для выдерживания (прогрева) перекрытий. В связи с этим возрастает необходимость в сокращении продолжительности цикла термообработки стен.

Соблюдение приведенных требований обеспечивают немногие способы интенсификации твердения бетона. Наиболее эффективными для стен с модулем поверхности 8...20 являются:

• контактный способ, реализуемый посредством термоактивной опалубки с удельной установленной мощностью около 0,8 кВт/м^2 опалубки;

• электропрогрев, осуществляемый с помощью полосовых электродов, прикрепляемых к внутренней поверхности опалубки (если позволяют условия последующей отделки поверхности стен) с установленной мощностью в среднем 4 кВт/м^3 монолитной стены;

• инфракрасный нагрев, реализуемый посредством автономных ИПУ для стен толщиной до 300 мм — с односторонним нагревом, для стен свыше 300 мм — с двусторонним нагревом; установленная мощность при этом составляет около 6 кВт/м^3 стеновой конструкции.

Обязательным условием применения любого способа электротермообработки является наличие в бетоне расчетного количества противоморозных добавок, необходимых на случай аварийного отключения электроэнергии, поскольку потребитель (подрядная организация) относится к 3-й (низшей) категории пользователей, у которых, согласно нормативным требованиям, при необходимости допускается отключение электроэнергии.

Выбор оптимального способа термообработки стен на конкретном объекте основывается на технико-экономическом расчете рассматриваемых вариантов с учетом сравнения прямых и эксплуатационных затрат на реализацию каждого из них.

28.4.3. ТЕРМООБРАБОТКА ПЕРЕКРЫТИЙ И ДРУГИХ КОНСТРУКЦИЙ

Технология зимнего бетонирования монолитных перекрытий имеет ряд особенностей:

- толщина перекрытий, как правило, не превышает 200 мм;
- развитая горизонтальная поверхность способствует сосредоточению снега на палубе под арматурной сеткой (который непросто удалить перед бетонированием традиционными способами) и значительным потерям тепловой энергии бетона как при его укладке в конструкцию, так и в период выдерживания;
- источники тепловой энергии для большей эффективности должны располагаться на наружной либо (в крайнем случае) на внутренней поверхности палубы перекрытий;
- несовершенство и дороговизна современных теплоизоляционных материалов не позволяют теплоизолировать свежезабетонированное перекрытие до приобретения бетоном минимальной несущей способности. Однако к моменту приобретения бетоном такой несущей способности его начальная температура опускается почти до 0°С. С учетом периода разогрева забетонированной конструкции от этой начальной температуры продолжительность выдерживания перекрытия до приобретения критической прочности почти в два раза превышает время термообработки стен.

С учетом отмеченных факторов для термообработки монолитных перекрытий рекомендуются: термоактивная опалубка с удельной установленной мощностью около 0,9 кВт на 1 м^2 опалубки перекрытий и продолжительностью цикла до 30 ч; инфракрасный нагрев посредством ИПУ с установленной мощностью до 1 кВт на 1 м^2 площади опалубки и продолжительностью цикла до 24 ч, а также конвективный обогрев с устройством замкнутого контура. Установленная мощность

при его реализации составит 150...180 кВт на 1 м^3 прогреваемого перекрытия, а продолжительность выдерживания — около 5...7 сут.

Окончательный выбор способа для конкретных условий каждого объекта необходимо сделать на основании технико-экономического расчета эффективности сравниваемых вариантов термообработки.

При бетонировании в зимних условиях колонн, ригелей, балок, элементов рамных конструкций наиболее эффективным является *индукционный способ* прогрева бетона. При довольно низкой удельной установленной мощности до 4 кВт на 1 м^3 прогреваемой конструкции продолжительность прогрева для достижения критической прочности не превысит 12 ч. В качестве альтернативных способов могут применяться контактный и инфракрасный, но с более дорогостоящими эксплуатационными показателями.

Для бетонирования специальных конструкций (труб, башен, силосов и др.) в условиях отрицательных температур способ термообработки определяется в ППР.

Для прогрева стыков сборных железобетонных конструкций наиболее эффективен инфракрасный нагрев, выполняемый специальными установками. Основная проблема — предварительный отогрев массива сборной железобетонной конструкции, имеющего температуру наружного воздуха и соприкасающегося с незначительным объемом цементно-песчаного раствора, укладываемого в прогреваемый стык. Менее эффективно стыки сборных конструкций можно прогревать посредством струнных электродов.

28.5. Особенности термообработки конструкций в различных опалубках

В настоящее время подрядные организации используют технологичные мелко- и крупнощитовые опалубки западных фирм, где палуба выполнена из ламинированной фанеры, исключающей дальнейшую отделку бетонной поверхности. Причем если щиты опалубки стен постоянно монтируют по определенной схеме, то палубу перекрытий можно переставлять в каждом последующем цикле бетонирования на новое место. Кроме того, спустя 50...100 циклов, опалубку стен и перекрытий переворачивают другой стороной к бетону и срок амортизации продлевается почти на столько же циклов. Отмеченные обстоятельства, включая высокую стоимость подобной много-

профильной опалубки, исключают неиндустриальные подходы по ее переоборудованию для прогрева возводимых в зимних условиях монолитных конструкций.

К сожалению, индустриальных методов по переоснащению таких опалубок в термоактивные до настоящего времени не существует. Поэтому пока монолитные конструкции в подобных опалубках прогревают в основном посредством греющих проводов.

Из существующих разновидностей опалубки с металлической палубой при необходимости термообработки предпочтительнее объемно-переставная опалубка фирмы «Утинор». П-образные секции опалубки создают искусственный замкнутый объем, сокращающий потери тепловой энергии и обеспечивающий с небольшим технологическим перерывом в 4...6 ч бетонирование перекрытий вслед за стенами. Оптимальным вариантом для термообработки стен и перекрытий могут служить стационарно закрепленные на стойках опалубки инфракрасные прожекторные установки, которые обеспечат суточный оборот опалубки, а также тепловые «пушки».

Варианты оптимальных способов и технических средств термообработки для иных опалубочных систем целесообразно рассматривать применительно к конкретным условиям объекта строительства.

28.6. Бетонирование в зимнее время при реконструкции зданий

Бетонные работы, осуществляемые при реконструкции зданий и сооружений в зимний период, имеют свою специфику. При этом необходимо решать, как правило, следующие задачи: усиление фундаментов, устройство монолитных полов или перекрытий, бетонирование уникальных конструкций, а также различных доборов из монолитного железобетона и др.

Для этих условий не всегда применимы индустриальные опалубки и крепежные устройства; характерны стесненность зоны выполнения работ, соприкосновение бетонируемых конструкций с существующими, имеющими отрицательную температуру, повышенная влажность ограждающих конструкций (особенно в подвальных помещениях), отсутствие необходимой электрической мощности на объекте и др.

На производство работ в подобных условиях разрабатывается ППР, включающий (при необходимости) регламент проведения бетонных работ в зимних условиях. Из способов термообработки предпочтение отдается тем, которые применимы в большинстве критических ситуаций с бетонированием и имеют многоцелевые эффективные средства реализации технологии. К их числу относятся инфракрасные прожекторные установки, разновидности электропрогрева, а также противоморозные добавки. При необходимости устраивают искусственные «тепляки», обеспечивающие требуемые температурно-влажностные условия для выдерживания бетона и производства работ.

Названные проблемы решают путем применения преимущественно безобогревных способов выдерживания бетона, локального отогрева промороженных участков конструкций инфракрасными горелками на сжиженном газе и, при необходимости, с использованием передвижных электрических станций (ПЭС) на жидком топливе.

Отделочные работы в подобных условиях целесообразно выполнять при наступлении (или создании) устойчивых положительных температур.

28.7. Бетонирование конструкций в экстремальных условиях

К экстремальным условиям можно отнести сухой и жаркий климат и территории с вечномерзлыми грунтами.

Условия *сухого и жаркого климата* характеризуются относительной влажностью воздуха менее 50% и температурой свыше 25°С. Основная проблема при таких погодных условиях — резкое обезвоживание бетона (особенно его поверхностного слоя) в начальный период выдерживания, вызывающее нарушение плотности структуры. Кроме того, под воздействием прямых солнечных лучей велика вероятность появления в бетоне термонапряженных зон, оказывающих деструктивное влияние на формирование прочностных характеристик конструкции.

Для получения качественного бетона в условиях сухого и жаркого климата необходимо соблюдать следующие требования технологии:

- применять бетоны на быстротвердеющих цементах, марка которых должна превышать его класс не менее чем в 1,5 раза;
- температура бетонной смеси при бетонировании конструкций с модулем поверхности $M_п < 3$ не должна превышать 20°С, а при $M_п > 3$ — 30...35°С;
- уход за свежеуложенным бетоном необходимо начинать сразу после его укладки в конструкцию и продолжать до приобретения им не менее 50% проектной прочности. Уход должен

предусматривать устройство над открытой (незаопалубленной) частью бетонной конструкции влагоемкого покрытия с систематическим его увлажнением;

• при появлении на поверхности конструкции трещин из-за пластической усадки допускается повторное поверхностное вибрирование бетона не позднее чем через 0,5...1 ч по окончания его укладки;

• от воздействия прямых солнечных лучей свежеуложенный бетон следует защищать пленочными теплоизоляционными материалами с коэффициентом отражения лучей более 50%;

• для ускорения твердения бетона целесообразно использовать солнечную радиацию, укрывая поверхность бетонной конструкции светопрозрачным влагонепроницаемым материалом (пленочным, рулонным или листовым).

Мероприятия по уходу за свежеуложенным бетоном в условиях жаркого и сухого климата должны фиксироваться в специальном журнале контроля за реализуемой технологией.

К экстремальным условиям относится и производство бетонных работ на *вечномерзлых грунтах*. Специфические особенности производства работ заключаются в следующем.

Очень непродолжительный летний период и длительный зимний с низкими температурами (ниже −25°С) на территориях с вечномерзлыми грунтами заставляют предусматривать специальные меры по хранению инертных материалов и цемента, приготовлению и доставке бетонной смеси на объект. Необходимо предусматривать специальные мероприятия и при проектировании технологии производства работ:

• к бетонным смесям необходимо предъявлять повышенные требования по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости конструкций, водоцементное отношение должно быть не более 0,4...0,5;

• для ускорения твердения бетона необходимо использовать химические добавки-ускорители. При бетонировании фундаментов необходимо предусматривать возможность миграции солей из бетона в грунт, что может снизить их несущую способность;

• при использовании бетонной смеси без добавок-ускорителей класс бетона должен увеличиваться на технологический коэффициент, учитывающий условия выдерживания бетона в конструкции, с максимальным значением до 1,67;

• для ускорения твердения бетона необходимо применять метод «термоса» с предварительным разогревом бетонной смеси, при необходимости, с дополнительным электропрогревом забетонированной конструкции;

• для уменьшения оттаивания вечномерзлого грунта в основании монолитного фундамента целесообразно устраивать теплоизоляционные прослойки путем отсыпки на основании сухого песка с последующей укладкой деревянного брусчатого настила;

• бетонирование конструкций целесообразно проводить без перерывов с тщательным уплотнением бетонной смеси.

Требования по контролю качества аналогичны рассмотренным ранее при проведении бетонных работ в зимнее время.

Глава 29

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

29.1. Общие положения

Реконструкция жилых зданий старой постройки включает в себя достаточно широкий диапазон возможных мероприятий — снос, модернизацию, встройку, обстройку и надстройку нескольких этажей. Важная роль при этом отводится обеспечению заданного уровня капитальности и долговечности всех объемов предназначаемого для реконструкции здания.

Принятие решения является сложной экономической и социальной задачей, так как базируется на ряде важных факторов — степень износа здания, техническое состояние конструктивных элементов, объем капитальных вложений в реконструкцию и возможный эффект, наличие инвестора, сроки предполагаемой реконструкции, потребность в отселенческом фонде и ряд других.

Целесообразность реконструкции диктуется многими факторами, к числу которых относятся: архитектурная значимость объекта, комфортность его расположения в квартале застройки, положение здания в инфраструктуре города (центр, деловая часть, экологически чистый район, промышленный, окраина), удаленность от городских транспортных средств, наличие инфраструктуры и т. д. Эти факторы служат элементами предварительной оценки здания. На этом этапе решают общие вопросы: оставить объект реконструкции в жилом фонде или перепрофилировать его в административное, офисное, складское, торговое здание.

Основные задачи, решаемые при реконструкции: увеличение жизненного цикла здания на 70...100 лет; прирост общей площади жилья; повышение потребительского уровня и каче-

ства реконструируемого и вновь возводимого жилища; инженерное переоборудование квартир и помещений с целью повышения комфортности; значительное повышение тепло- и звукоизоляции помещений.

29.2. Разборка и ликвидация зданий и сооружений

Снос зданий, сооружений и их фундаментов. Снос зданий выполняют путем разделения их на части (для последующего демонтажа) или обрушением механическим или взрывным способом. Деревянные строения разбирают, отбирая качественные элементы для последующего их использования.

При разделении строения сборные железобетонные конструкции разбирают по схеме сноса, обратной схеме монтажа. Перед началом изъятия элемент освобождают от связей. При разборке каждый отделяемый сборный элемент должен предварительно раскрепляться и занимать устойчивое положение. Сборные элементы, не поддающиеся поэлементному разделению, разбирают как монолитные.

Монолитные и металлические составные части строения разбирают по специально разработанной схеме сноса, обеспечивающей устойчивость строения в целом. Разделение на блоки разборки начинают со вскрытия арматуры. Затем блок раскрепляют, после чего режут арматуру и разрушают блок отбойными молотками на мелкие части. Металлические элементы срезают после раскрепления. Максимальная масса железобетонного блока разборки или металлического элемента не должна превышать половины грузоподъемности крана при наибольшем вылете стрелы.

Поэлементная разборка зданий отвечает экологическим требованиям. Она выполняется значительно медленнее, но при этом обеспечивается выход конструкций, пригодных для вторичного использования. Панели стен, перегородок, настилы перекрытий после переработки их на дробильных комплексах дают сырье, пригодное для изготовления неответственных конструкций, материал для оснований под полы, дороги, заполнитель для бетонных полов, цементной стяжки под полы и кровли.

Обрушением экскаваторами с различным навесным оборудованием — шар-молотами, клин-молотами, отбойными молотками осуществляют снос самых разнообразных зданий и сооружений, в том числе всех каменных. Обломки зданий сдвигают в сторону бульдозерами или загружают в транспортные средства

для удаления с площадки. Вертикальные части строений для предотвращения разброса обломков по территории площадки следует обрушать внутрь. Иногда обрушение осуществляют также и взрывным способом.

Взрывной способ позволяет достаточно быстро освободить территорию от результатов взрыва, но при этом вторичным сырьем могут служить не более 30% бывших строительных материалов. Кроме этого к взрыву необходимо подготовить все сносимое здание, а не его часть, необходимы также значительные мероприятия по изоляции прилегающих жилых зданий от воздействия взрыва. Сложна и трудоемка разборка завалов после обрушения конструкций.

Имеющийся опыт показывает, что массовый снос старых зданий не всегда является оптимальным решением. Разборка зданий на отдельные элементы часто требует трудозатрат, которые сопоставимы с трудозатратами на новое строительство аналогичного объема и даже превышают их. Нарушается экология, требуются серьезные капитальные вложения для утилизации отходов и возможного вторичного их использования.

Проведенное обследование полносборных зданий различных серий показало для многих из них высокую сохранность сварных швов и закладных деталей, которые обеспечивают удовлетворительную несущую способность и устойчивость здания в целом. Прочность многих конструкций выше проектных значений на 20...30% за счет использования бетонов с высоким расходом цемента, длительного цикла его гидратации. Это касается основания зданий и фундаментов, их несущая способность по современным нормам недоиспользована более чем на 20...30%. Такое состояние конструкций позволяет сделать вывод о возможности надстройки таких зданий на 1...2 этажа без усиления фундаментов, наружных и внутренних несущих стен и других конструктивных элементов.

Здания с кирпичными и крупноблочными стенами по результатам этих обследований по своим физико-техническим характеристикам и техническому состоянию имеют значительный запас прочности, который позволяет их реконструировать с надстройкой этажей. Эти заключения общие, решение о судьбе каждого конкретного здания следует принимать после его детального обследования и изучения полученных результатов.

Отсоединение или перенос со строительной площадки существующих инженерных сетей является важным и обязательным элементом ее подготовки. В отдельных случаях на подготавливаемой строительной площадке могут быть расположены не только локальные, но и магистральные сети электроснаб-

жения, водопровода, фекальной и ливневой канализации, газопровода, теплосети, телефонизации и телевидения. В этих случаях до начала строительства вышеназванные сети должны быть вынесены с территории застройки и проложены за пределами площадки, чтобы обеспечить бесперебойное функционирование магистральных сетей.

Первоначальная планировка строительной площадки осуществляется после выполнения всех рассмотренных ранее подготовительных работ и предшествует работам по подготовке и освоению площадки для отрывки котлована.

29.3. Надстройка мансардных этажей

Самым простым и эффективным техническим решением при реконструкции зданий массовых серий является надстройка мансардных этажей. Современные технологии позволяют выполнять данный вид работ без отселения жильцов. Для возведения мансард могут быть использованы конструктивные элементы, собираемые вручную, изделия полной или частичной заводской готовности. В качестве строительных материалов могут быть использованы дерево, металлы, сборный и монолитный бетон, комбинации указанных материалов в зависимости от требуемой долговечности и допускаемых стоимостных показателей.

Надстройка мансардных этажей обеспечивает получение дополнительной жилой площади, стоимость которой не превышает 50% стоимости нового строительства. Имеется возможность использовать местные строительные и отделочные материалы, отличающиеся от материалов надстраиваемого здания, работы могут выполняться без применения кранового оборудования и других дорогостоящих средств механизации.

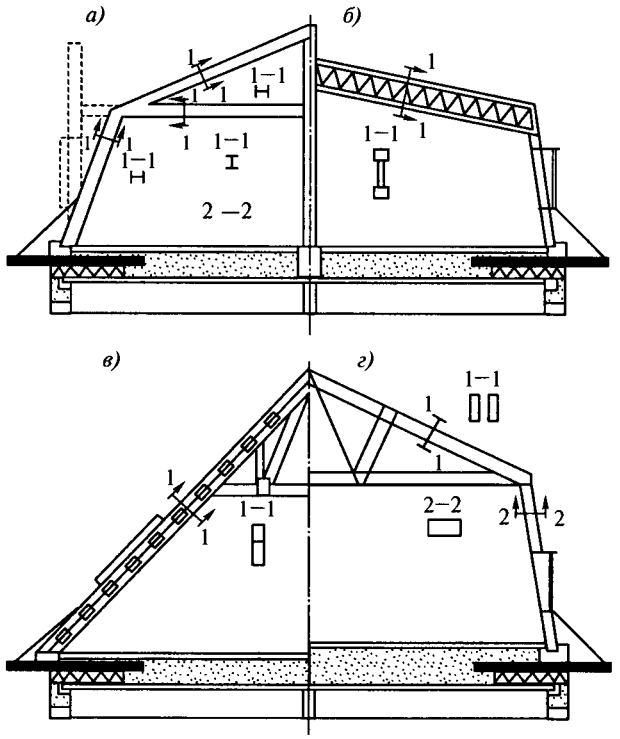
Согласно нормам СНиПа, касающимся мансард, нет необходимости устраивать лифты, если в здании они не предусмотрены, сохраняется существующая система мусороудаления, кровлю необходимо проектировать с организованным водостоком. Высота помещений должна быть не менее 2,5...2,7 м при их минимальной площади, включая кухни, не менее 7 м^2.

Разрешено выполнять мансардные этажи из деревянных конструкций, что значительно расширяет область мансардного строительства. Хотя древесина несколько снижает общую долговечность здания, но этот легкий и удобный в обработке материал экономически оправдан и целесообразен. Повышение долговечности деревянных конструкций достигают путем

пропитки антисептическими составами, исключающими гниение и появление биовредителей.

Современные технологии позволяют существенно повысить индустриальность конструкций, мансардные этажи можно собирать из готовых элементов. Варианты конструктивных решений мансардных этажей, собираемых из металлических и деревянных конструкций, приведены на рис. 29.1.

Высокой эффективностью обладают решения, базирующиеся на использовании деревянных ферм и рам на шпоночных соединениях. Это позволяет разнообразить геометрические формы верхнего пояса, что существенно расширяет архитектурный облик мансард. Конструкции ферм и их соединений позволяют доставлять на строительную площадку несущие элементы в виде полуферм и полурам, при их незначительной массе имеется



Р и с. 29.1. Конструктивные решения мансардных этажей:

а — каркас из металлоконструкций; *б* — стойки из дерева и деревянные фермы с параллельными поясами; *в* — деревянные фермы на шпоночных соединениях; *г* — шпренгельные полуфермы по стойкам с обвязочным брусом

возможность бескрановой сборки непосредственно на рабочих местах. Это повышает индустриальность решений, оптимизирует соответствующие параметры на стадиях изготовления, транспортирования и монтажа. После сборки рам или ферм осуществляют утепление покрытия минераловатными плитами и монтируют покрытие из металлочерепицы по обрешетке. Конструкция ферм позволяет выполнять надстройку с двухуровневыми квартирами мансардных этажей.

Благодаря созданию сборного или монолитного обвязочного пояса по контуру надстраиваемой части здания представляется возможность проектирования внутреннего пространства помещений с различным коэффициентом использования и применения стропильных ферм при разном угле наклона. Для таких решений удачно подходят в качестве несущих элементов кровли шпренгельные деревометаллические фермы, имеющие высокую технологичность сборки и небольшую массу, позволяющую осуществлять их ручную сборку. Для ручной сборки используют полуфермы с верхним поясом из доски толщиной 40...50 мм и нижним поясом из арматурной стали диаметром 16...18 мм при общей массе изделия до 100 кг. Полуфермы пролетом до 5...6 м соединяют между собой с помощью болтовых соединений в коньковой части и с устройством затяжки нижнего пояса. Между горизонтальной частью затяжки устанавливают вкладыши, являющиеся основанием для устройства перекрытия из дощатого настила.

Существует много вариантов применения древесины для мансардного строительства. Для индустриальной технологии подходят дощато-клееные гнутые рамы двух- и трехшарнирные, что облегчает их изготовление, транспортирование и монтаж. Те же рамы из прямолинейных элементов более технологичны в сборке и склейке между собой. Себестоимость клееных конструкций достаточно высока, поэтому их использование целесообразно при массовом производстве для реконструкции целого ряда аналогичных зданий.

Наибольшее распространение получили решения, основанные на использовании металлоконструкций благодаря универсальности, надежности и технологичности их при изготовлении, транспортировании и сборке. Варианты конструктивного решения самые разнообразные. Технология производства работ должна предусматривать ручной или крановый монтаж металлоконструкций, устройство кровельного покрытия, демонтаж старой кровли и утеплителя, выполнение последующих работ, начиная с устройства нового кровельного покрытия.

Покрытие для мансард может иметь много вариантов, но наиболее технологичными можно признать покрытия из листовой стали, металлочерепицы, стального профилированного настила или мелкоштучных материалов — керамической или цементно-песчаной черепицы.

Надстройка, подразумевающая возведение нескольких самостоятельных этажей над существующим зданием, может иметь много решений. При соответствующем технико-экономическом обосновании возможна надстройка здания на 2...3 этажа без выселения жильцов, при этом нагрузка от надстраиваемой части будет передаваться на существующие конструкции и фундаменты, имеющие необходимый запас прочности. Если прочность конструкций существующего здания не позволяет применить такое решение, допускается с наружной стороны здания установить стойки-колонны на самостоятельных фундаментах, на которые будет передаваться нагрузка от надстраиваемых этажей. При надежности наружных несущих конструкций и значительном износе внутренних (включая и моральный износ) может быть принято решение о полной разборке всех внутренних конструкций и возведении (встройке) нового каркаса на самостоятельных фундаментах при использовании наружных стен как самонесущих или воспринимающих частично нагрузку от возводимого каркаса.

Существуют различные варианты надстройки без выселения жильцов. Возможны самые разнообразные решения, как традиционные в виде кирпичной кладки наружных и внутренних стен, так и с использованием современных конструктивно-технологических решений.

При надстройке зданий устройство обвязочного пояса по периметру наружных и части внутренних стен обязательно. Обвязочный пояс может быть выполнен из монолитного железобетона или керамзитобетона и соединен в единое целое со стенами надстраиваемого здания. Он способствует равномерному распределению нагрузки от надстраиваемых этажей на реконструируемое здание, и в первую очередь он объединяет элементы реконструируемого здания с вновь возводимыми. Обвязочный пояс устраивают в виде ригеля с односторонней консолью, что дает ему возможность воспринимать усилия распора. Созданный единый монтажный горизонт позволяет монтировать конструкции и системы без их смещения от проектного положения. При наличии пояса можно устанавливать подмости, защитные козырьки, выносные ограждения для безопасного производства работ, а также организовывать водосток атмосферных осадков.

Оправдана перестройка технического этажа пятиэтажного дома в жилой с надстройкой мансарды с каркасом из металлоконструкций при ручной сборке из элементов заводского изготовления. Перекрытие между надстраиваемыми этажами может быть монолитным, а утепление кровли — выполненным из минераловатных плит. Для подачи материалов и конструкций к месту проведения работ можно использовать подъемники, а для подачи бетонной смеси — бетононасосы.

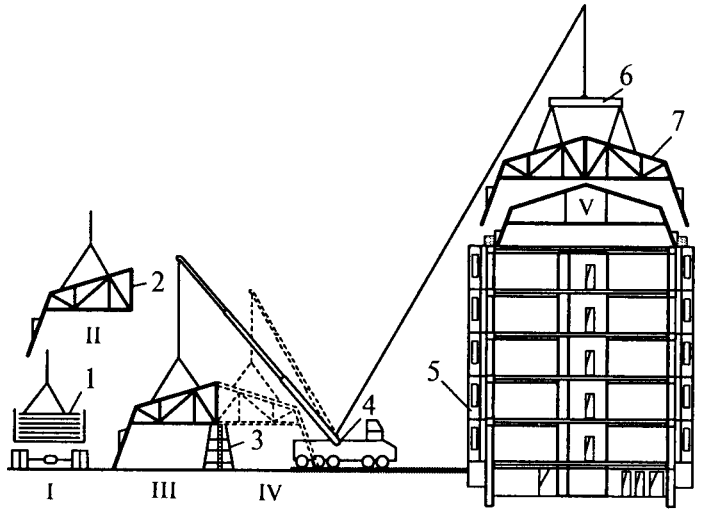
При возведении надстройки из монолитного железобетона применимы несъемная опалубка из пенополистирольных элементов, бетонирование с использованием автобетононасоса, ручные сборка опалубки и вязка арматуры. Возможно также использование мелкощитовой опалубки.

Существует вариант возведения мансардного этажа в блочной горизонтально перемещаемой опалубке. Реализация этого варианта экономически целесообразна, если здание имеет не менее 5 секций, для подачи материалов используют монтажный кран, применяют технологию работ, обеспечивающую ускоренные методы твердения бетона.

Применение штучных конструктивных элементов приводит к достаточно высоким трудозатратам и значительной продолжительности возведения мансардной надстройки. Работы выполняют вручную с минимальной механизацией и максимальными неудобствами для жильцов, которых не выселяют. Сократить сроки работ можно только за счет существенного повышения технологичности конструктивных элементов, изготовления их сборными, с высокой степенью заводской готовности. Для успешной реализации принципа сборности необходимо переходить на легкие объемно-блочные строительные системы с минимальными трудозатратами на возведение и отделку.

В основу разработанного конструктивного решения заложен принцип шарнирного соединения плоских элементов объемного блока, обеспечивающий снижение в 4...5 раз транспортных габаритов конструкции за счет ее складывания, что позволяет осуществлять одновременную перевозку 2...3 объемных блоков. Конструкция легко и быстро переводится из транспортного состояния в монтажное благодаря специальному кондуктору. Блок состоит из плоских элементов стенового ограждения, перекрытия и покрытия, стоек и опор. Шарнирные соединения позволяют компактно сложить его перед транспортировкой.

Размеры блоков принимают равными шагу расположения внутренних стеновых панелей для надстраиваемых крупнопанельных зданий и шагу оконных проемов для кирпичных зданий. Мансардные блоки изготавливают в заводских условиях



Р и с. 29.2. Схема монтажа объемных блоков мансардных этажей:

1 — объемный блок в транспортном положении; 2 — раскрытый блок; 3 — опорная площадка для укрупнительной сборки; 4 — монтажный кран; 5 — объемные эркеры; 6 — траверса; 7 — укрупненный монтажный блок; I...V — технологические этапы производства работ

длиной, равной половине пролета здания, предусмотрена возможность их болтового крепления на уровне перекрытия в коньковой и опорной частях стоек (рис. 29.2) Конструкция блоков предусматривает получение стеновых ограждений в виде многослойной утепленной системы с облицовкой изнутри гипсокартонными листами, а с наружной стороны в виде кровельного покрытия из мелкоштучных металлических элементов или металлочерепицы по деревянной обрешетке. Потолочные элементы покрытия выполняют в виде тонкостенной монолитной плиты с утеплителем из минераловатных плит. Для исключения мостиков холода выступающие поверхности балочных элементов закрывают коробчатыми утепленными элементами.

29.4. Встроенные системы при реконструкции зданий

Использование встроенных строительных систем является одним из методов, обеспечивающих повышение надежности, долговечности и капитальности здания. Встроенная система может быть реализована в сборном, монолитном и сборно-монолитных вариантах. Главной отличительной особенностью встро-

енной системы является то, что она имеет самостоятельные фундаменты, поэтому сама воспринимает все технологические и эксплуатационные нагрузки, частично или полностью освобождая от них стеновые ограждающие конструкции. Это позволяет осуществить надстройку здания независимо от несущей способности старых фундаментов и стенового ограждения, значительно сократить объемы работ по укреплению основания, усилению существующих фундаментов и стен.

Использование встроенных систем позволяет создать более рациональную планировку помещений, обеспечить в них современный комфорт, применить прогрессивные материалы и конструкции, осуществить реконструкцию с использованием современных технологий строительства с оснащением и необходимыми средствами механизации. Важным является проектирование для реконструируемого здания в стесненных условиях городской застройки не только современных конструкций, но и рациональной технологии производства работ.

Условия строительной площадки в ряде случаев диктуют технологию производства работ. Невозможность использования башенных кранов требуемой грузоподъемности приводит к варианту монолитных встроенных систем с бескрановой подачей материалов и полуфабрикатов в зону ведения работ. Специфика строительной площадки может привести к использованию приставных башенных, самоходных, стационарных и самоподъемных кранов.

Отсутствие монтажного крана, транспортирование и укладка бетонной смеси бетононасосами приводят к увеличению площади захваток, возрастанию потребности в опалубке, а это в свою очередь приводит к появлению длительных технологических перерывов, которые влияют на ритм и последовательность работ. В связи с этим снижается уровень механизации, увеличивается себестоимость и трудоемкость работ.

Часто определяющим фактором является сравнение многих вариантов конструктивного решения и технологии осуществления проекта и итог в виде показателей рентабельности и прибыльности. Принимают наиболее рациональный конструктивно-технологический вариант при обязательном учете следующих показателей: трудоемкости, продолжительности, себестоимости строительства, возможной прибыли от реализации проектного решения и др.

Встроенные системы из сборных железобетонных конструкций. В наибольшей степени для реализации метода встроенного монтажа подходят здания, имеющие в плане прямоугольную или близкую к ней форму. Обследование здания позволяет оценить его конструкции и определиться с использованием конструктивных схем с полным и неполным встроенными каркасами. Полный встроенный каркас позволяет снять нагрузку с ограждающих стен, что создает предпосылки для выполнения работ по реконструкции не только с полной перепланировкой, но и с надстройкой нескольких этажей. При использовании неполного каркаса, когда нагрузка от него частично передается на наружные стены, возможность надстройки ограничивается несущей способностью фундаментов и наружных стен.

Использование полного каркаса из колонн, ригелей и плит перекрытий является более технологичным по сравнению с существующими методами замены только перекрытий, так как значительно снижаются объемы работ по устройству гнезд опирания, практически не ослабляется несущая способность существующих стен. Имеется возможность использования плит перекрытия разной требуемой длины, чем обеспечивается более гибкая планировка помещений.

Полный каркас используют в случаях высокой степени износа наружных стен и потери ими несущей способности и в случае надстройки здания несколькими этажами. Шаг расположения колонн при этом согласуют с шагом оконных проемов и принимают кратным им. Исключение из работы наружных стен переводит их в разряд самонесущих, отпадает комплекс работ по их усилению. Усиления стен, увязки их совместной работы с каркасом и даже передачи части нагрузки со стен на каркас можно добиться путем устройства стяжек в уровне перекрытий, пропуская их через специально оставленные отверстия в колоннах.

В зависимости от физического состояния фундаментов и наружных стен, степени их износа и соответствия их новым нагрузкам, в том числе с учетом надстройки, принимают решение об их усилении, усилении основания под фундаментами или об устройстве новых фундаментов под каркас здания.

Для каждого реконструируемого здания требуется своя номенклатура сборных изделий, часто отличная от выпускаемых промышленностью. Увязать выпускаемое с требуемым для конкретных объектов вполне реально при использовании гибких технологий. Для изготовления колонн и ригелей могут использоваться переналаживаемые формы, обеспечивающие в широком диапазоне получение заданных типоразмеров конструкций.

Технология встроенного монтажа предусматривает полный демонтаж перекрытий, перегородок и других элементов, оставляя только наружные несущие стены и, что реже, стены лестничных клеток. За захватку целесообразно принимать от-

дельную секцию здания. При поточном методе возведения встроенного неполного каркаса (наружные продольные стены несут нагрузку от каркаса) целесообразно иметь четыре самостоятельных потока:

- устройство фундаментов под средний продольный ряд колонн;
- подготовка опор под ригели в наружных кирпичных стенах;
- монтаж колонн, ригелей, стенок жесткости и плит перекрытий;
- монтаж санитарно-технических кабин, вентиляционных блоков, лестничных маршей и площадок, стен лифтовых шахт.

При применении полного каркаса с надстройкой здания можно принять те же четыре монтажных потока для организации работ. Но значительное увеличение нагрузки от надстраиваемых этажей требует устройства монолитной фундаментной плиты под всем зданием с подколонниками под тремя рядами колонн или монтажа фундаментов стаканного типа под все колонны.

В зависимости от принимаемой последовательности на объекте может быть принят раздельный, комплексный или смешанный метод выполнения работ. Но реализацию всего комплекса работ по разборке старых конструкций и возведению новых необходимо осуществлять только по вертикальной поярусной схеме, которая позволяет на одной захватке (размером на секцию здания) осуществлять разборку конструкций, на другой захватке бетонировать фундаментную плиту, на третьей — вести монтаж каркаса. Своевременная установка тяжей для раскрепления свободно стоящих наружных стен и принятая вертикальная последовательность работ позволят более рационально организовать производство работ.

Сборно-монолитные встроенные системы. Для реконструируемых зданий прямоугольной формы с ослабленными наружными несущими стенами может быть применена встроенная система, включающая в себя монолитные внутренние продольные и поперечные несущие стены и сборные перекрытия из предварительно напряженного многопустотного настила. Длинномерные настилы перекрытий позволяют снизить удельный расход материалов и создать свободные планировочные объемы значительных размеров.

Данное конструктивное решение позволяет монтировать сборные перекрытия без значительных технологических перерывов, временно частично передавая нагрузку от них на существующие наружные стены.

Система дополнительно предусматривает сборные элементы лестничных клеток, лифтов, санитарно-технических кабин, других встроенных элементов и монолитные пристеночные диафрагмы торцевых элементов зданий. Данное конструктивное решение позволяет варьировать расположение внутренних поперечных стен, а применение большепролетных настилов — осуществлять конструктивное решение, при котором площадь перекрытия приближена к площади квартиры, что упрощает на любом этапе ее эксплуатации перепланировку помещений. В любом случае внутренние продольные и поперечные стены следует выполнять соосно по всей высоте, начиная с подвальной части здания.

Монолитные встроенные системы. Монолитные встроенные системы более гибки по сравнению со сборными и могут быть рекомендованы для зданий криволинейной и сложной формы с различной высотой этажа. При современном заводском изготовлении монолитных систем, адаптированных к различным технологическим условиям, механизации процессов транспортирования, укладки и уплотнения бетонной смеси, они по темпам производства работ с использованием этих систем приближаются к темпам сборного строительства. Интенсификация твердения бетона, использование химических добавок, регулирующих технологические свойства применяемых смесей, сокращают сроки работ, технологические перерывы, повышают капитальность и долговечность зданий.

Если в реконструируемом без надстройки здании сохраняется старая расчетная схема, то встроенный монолитный каркас будет представлять собой двух- и трехпролетную систему с промежуточными опорами в виде колонн или стеновых элементов с опиранием возводимых монолитных перекрытий на существующие наружные стены. При надстройке зданий несколькими этажами необходимо устраивать самостоятельные фундаменты под всю встраиваемую систему, в этом случае наружные стены практически превращаются в самонесущие и ограждающие.

При необходимости устройства самостоятельных фундаментов наиболее рациональным решением является монолитная плита или перекрещивающиеся ленты фундаментов. Анализ показывает, что при износе существующих фундаментов примерно на 50% затраты на их усиление и дополнительное укрепление основания сопоставимы с устройством монолитной плиты, а необходимые трудозатраты будут значительно выше из-за стесненных условий работ, ограничения или невозможности применения механизации.

Встроенный каркас реконструируемого и надстраиваемого здания может иметь одно из ранее рассмотренных решений, но в монолитном исполнении. Безбалочный каркас позволит осуществить планировку помещений с гибкой разбивкой. При неполном каркасе частично нагрузка передается на наружные кирпичные стены, в которых на уровне перекрытия устраивают штрабы; общая жесткость каркаса усиливается анкерами, установленными в кирпичные стены.

Для безбалочных и каркасных систем, если существующие наружные стены не учитываются в работе сооружения, конструктивная схема дополняется колоннами, примыкающими к наружным стенам, или монолитными стенами под возводимую встроенную систему. Оставляемые кирпичные стены, как самонесущие, исключаются из общей работы, что позволяет значительно снизить объем работ по усилению этих стен и фундаментов под них. При необходимости допустима передача части нагрузки от стенового ограждения на элементы встраиваемого каркаса.

Основные преимущества монолитного варианта:

- снижение расхода материалов за счет более полного использования неразрезных систем;
- отсутствие стыковых соединений;
- высокая гибкость объемно-планировочных решений зданий;
- механизация работ без применения самоходных и башенных кранов;
- объемно-планировочное решение здания не является основным при принятии решения о его реконструкции.

В связи с широким внедрением в практику строительства современных опалубочных систем появилась возможность значительно сократить трудозатраты на все процессы комплексного бетонирования. В 2...3 раза снижаются трудозатраты на установку опалубочных систем вручную, их крановую установку, демонтаж и перестановку на новое место. Палуба из ламинированной фанеры позволяет иметь многократную оборачиваемость, рама щитов опалубки из элементов коробчатого сечения из стали и легких сплавов увеличивает их жесткость, прочность, способность воспринимать значительные нагрузки. Использование различных замковых соединений дает возможность с минимальными затратами обеспечить прочное и плотное сопряжение щитов, а системы подкосов — быстрое приведение опалубочной панели в проектное положение.

Высокой технологичностью обладают опалубки перекрытий. Использование телескопических стоек обеспечивает установку

опалубки при любой высоте этажа. Учитывая специфику и сложность демонтажа опалубочных щитов, более рациональным является использование мелкощитовой облегченной опалубки.

Трудоемкость бетонных работ определяется технологичностью установки опалубочных систем, их массой, удобством устройства замковых соединений и другими технологическими характеристиками. Трудозатраты при использовании различных опалубочных систем колеблются в пределах 0,2...0,5 чел.-ч/м^2. Применение несъемной опалубки может существенно уменьшить общие трудозатраты за счет исключения цикла демонтажа опалубки, ее ремонта, смазки, подготовки к новому циклу использования.

29.5. Особенности замены сборных конструкций

Замена существующих конструкций предшествует или сопутствует процессам установки новых конструкций. Замену конструкций можно выполнять *раздельным методом*, когда на отдельной захватке или здании в целом сначала демонтируют все заменяемые конструкции, затем на их месте устанавливают новые. *Совмещенный метод* предусматривает последовательное выполнение демонтажа и монтажа конструкций в едином потоке при едином комплекте строительных машин. Фронт работ при такой организации сокращается до размеров одной или нескольких ячеек при соблюдении прочности, жесткости и устойчивости смежных конструкций. Демонтаж конструкций может быть выполнен поэлементно или укрупненными блоками в зависимости от конструктивного решения демонтируемых сооружений и технологических возможностей используемых при демонтаже кранов и средств.

Замена конструкций покрытия. Может осуществляться самыми разнообразными самоходными и башенными кранами в зависимости от конструктивного решения здания, его объемно-планировочного решения и обоснования выбранного варианта применяемой механизации.

В случае увеличения высоты реконструируемого одноэтажного здания может оказаться рациональным возведение нового покрытия над существующим до полного завершения всех работ, а затем демонтаж старого покрытия с использованием лебедок, мостовых кранов и соответствующей такелажной оснастки. В этом случае монтаж и демонтаж конструкций можно осуществить в период краткосрочных остановок или не нарушая производственный процесс в реконструируемом здании.

При демонтаже элементов покрытия должны быть приняты меры защиты от падения вниз материалов разборки, возгорания отдельных элементов кровли при огневой резке несущих конструкций. Если при удалении отдельного элемента может быть нарушено статически устойчивое равновесие, необходимы усиление, раскрепление или подвеска стропами к крюку крана опасных с точки зрения обрушения конструкций.

Замена подкрановых балок. При использовании кранового оборудования соответствующей грузоподъемности замену осуществляют традиционными методами. Если грузоподъемности крана не хватает при требуемом вылете, а масса балки не превышает максимальной грузоподъемности крана, то необходимо предварительное расчаливание стрелы крана с креплением расчалок к устойчивым элементам сооружения. При невозможности использования кранов работы выполняют с помощью лебедок с применением удерживающих оттяжек.

Замена колонн. Замена без разборки покрытия требует предварительного вывешивания его конструкций, т. е. передачи нагрузки с колонн на другие вспомогательные элементы. Вывешивание может быть осуществлено путем установки временных стоек-опор под узлы стропильных конструкций. Узлы опирания металлических конструкций на временные стойки должны быть усилены. Зазор между временными стойками и опорными узлами стропильной конструкции (8...10 мм) обеспечивают с помощью домкратов. В образовавшийся зазор вводят стальную пластину необходимой толщины и фиксируют ее от возможного смещения. При передаче усилий от покрытия на временные стойки должен появиться зазор между ними и колонной, свидетельствующий о полном снятии нагрузки от покрытия на колонну. Если отрыва конструкций не произошло, то дополнительно поддомкрачивают конструкции над временными опорами, заполняя образовавшиеся зазоры стальными прокладками. Величина зазора в процессе одного цикла подъема домкратов не должна превышать 10 мм.

В ряде случаев затруднительно или невозможно установить стойки-опоры непосредственно под несущую конструкцию крыши. В этом случае устанавливают две стойки по возможности ближе к ферме, на них укладывают стальную балку, на которую будет передаваться нагрузка от стропильной фермы.

При демонтаже колонны она первоначально отсоединяется от фундамента (срезкой, срубкой, снятием гаек и т. д.). Сам демонтаж может выполняться методом поворота вокруг шарнира с применением полиспаста и тянущей лебедки. Метод основан на медленном опускании головы колонны при опоре

ее пяты на фундамент. Возможно применение трех лебедок, при взаимосвязанной работе которых пята колонны сползает в сторону одной из них, другие обеспечивают опускание головы колонны в плоскости сползания.

Метод надвижки на старые опоры. Метод замены отдельных сооружений целиком представляет собой передвижку (сдвижку с фундамента) старого и надвижку на его место нового сооружения, что позволяет значительно сократить остановочный период для предприятия. Возможны два варианта передвижки — *тянущий* с помощью лебедок и системы полиспастов и *толкающий* — с помощью электрических или гидравлических домкратов. Преимущество тянущего способа в непрерывности движения объекта передвижки, достоинства второго способа заключаются в простоте и компактности используемых устройств, что особенно важно в стесненных условиях реконструкции объекта.

Передвижку осуществляют по рельсовым многониточным путям, по железобетонному основанию с уложенными стальными пластинами и цилиндрическими стальными катками диаметром 100...150 мм.

29.6. Усиление конструкций

При реконструкции старого жилого фонда используют конструктивные схемы с полным и неполным встроенным каркасом. Полный встроенный каркас позволяет исключить из работы ограждающие конструкции стен, что создает предпосылки выполнения работ по реконструкции с полной перепланировкой и надстройкой здания несколькими этажами. При использовании схемы неполного каркаса нагрузка от ригелей и балок передается на стены, поэтому возможность надстройки ограничивается несущей способностью фундаментов и стен.

Базовыми элементами при реконструкции старых зданий являются сборные железобетонные конструкции полной заводской готовности: фундаменты, ригели, плиты перекрытий сплошного сечения или многопустотный настил, колонны, лестничные марши и площадки и др.

Технология встроенного монтажа предусматривает, как первый этап, полный демонтаж перекрытий, внутренних стен и перегородок. В результате разборки от здания остаются только наружные несущие стены и иногда стены лестничных клеток. Технологическая последовательность работ по возведению каркаса здания не отличается от подобных работ при новом строительстве. Монтируются фундаменты, в стаканы которых уста-

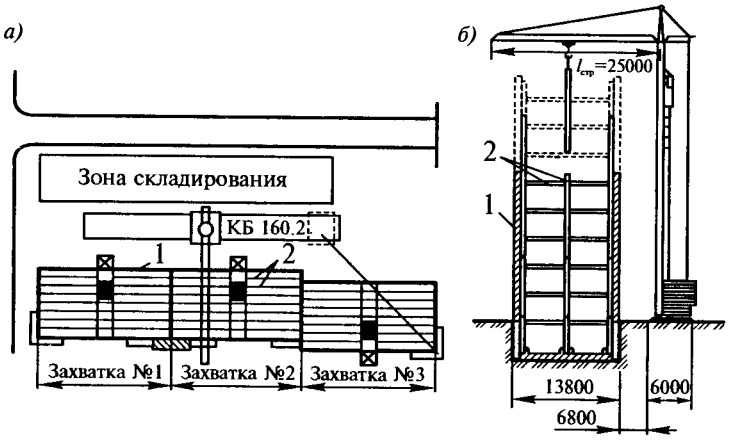
навливают колонны первого яруса, ригели, плиты перекрытий, далее конструкции следующих ярусов.

В процессе реконструкции здания все работы должны быть подчинены ритму поточной технологии, здание должно быть разбито на захватки, размеры которых должны соответствовать секциям жилого дома. Пример реконструкции жилого дома с надстройкой трех этажей приведен на рис. 29.3 (три секции здания соответствуют трем захваткам).

Наиболее рациональной следует считать дифференцированную схему монтажа конструкций подвальной части. Первоначально монтируют фундаменты, одноярусные колонны подвального этажа устанавливают и обетонируют в стаканах этих фундаментов. Устройство перекрытий над подвалом предоставляет фронт работ для возведения надземной встроенной части здания, которое рекомендуется вести комплексно по захваткам.

Может быть рекомендована следующая технологическая последовательность монтажа элементов надземной части на каждой захватке:

монтаж двухъярусных колонн;
монтаж стенок жесткости (стен лестничных клеток);
укладка ригелей;
монтаж плит перекрытий;
укладка лестничных маршей и площадок;
монтаж объемного блока лифтовой шахты.

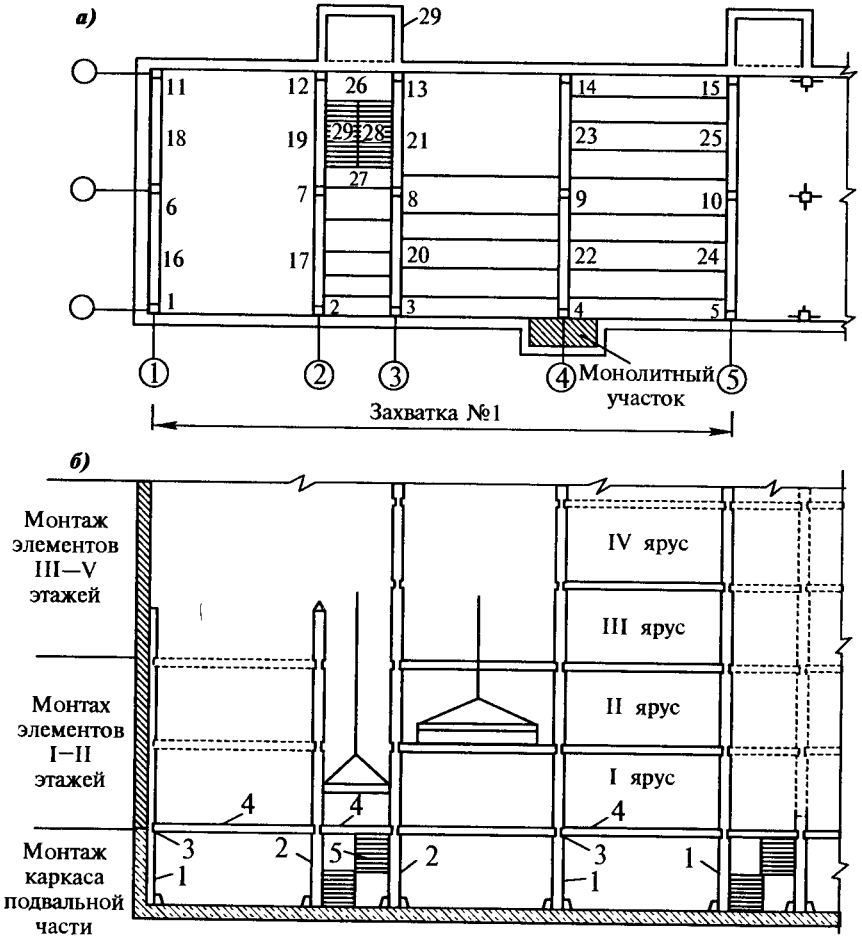


Р и с. 29.3. Схема реконструкции жилого дома со встроенным каркасом:

а — монтажный план; *б* — поперечный разрез; 1 — оставляемые конструкции; 2 — встроенный каркас

После завершения монтажа конструкций первого яруса, сварки конструкций, заделки узлов и заливки швов в той же последовательности устанавливают конструкции второго яруса (рис. 29.4). По данной технологии необходимо монтировать конструкции каркаса последующих ярусов и захваток.

Усиление фундаментов. Повышение несущей способности фундамента как одного из основных элементов зданий возможно несколькими технологическими и конструктивными приема-



Р и с. 29.4. Технологическая последовательность монтажа элементов встроенного каркаса:

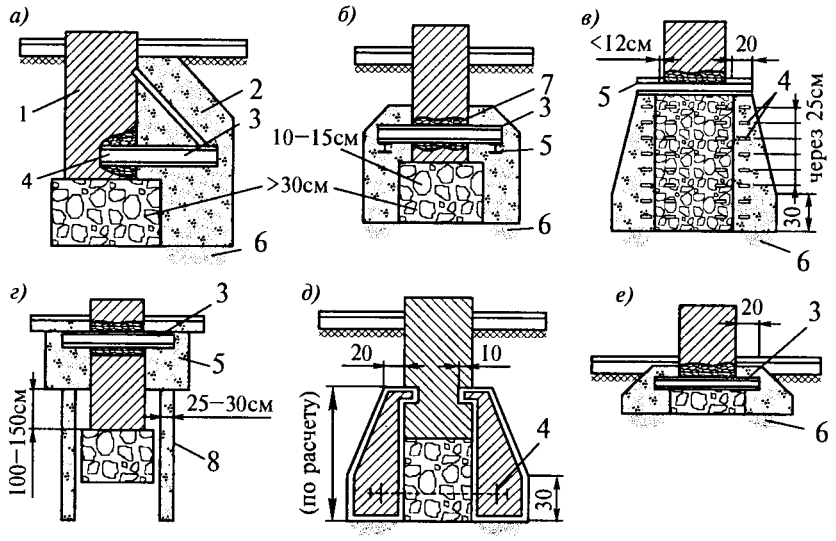
а — план захватки; *б* — разрез; 1—24 — последовательность установки элементов

ми. Это объясняется тем, что необходимо учитывать условия эксплуатации здания, причины появления различных деформаций, стесненные условия производства работ.

Наиболее часто устранение дефектов существующих фундаментов, усиление их при надстройке здания осуществляют следующими методами.

Усиление кладки фундаментов цементацией осуществляют при образовании пустот в теле кладки и разрушении материала фундаментов. *Торкретирование* поверхностных слоев фундамента восстанавливает монолитность кладки, способствует повышению водонепроницаемости фундаментов. При незначительных разрушениях материала фундамента устраивают *металлическую обойму* без уширения фундамента. Обойму изготавливают из уголков или арматурной стали с последующим обетонированием.

При возрастании нагрузки на фундамент в процессе реконструкции здания и при недостаточной его несущей способности осуществляют *устройство обойм с уширением подошвы фундаментов* (рис. 29.5). Варианты усиления и технология производства



Р и с. 29.5. Усиление ленточных фундаментов монолитными обоймами:

а — одностороннее усиление; *б* — двустороннее усиление на значительную нагрузку; *в* — двустороннее усиление при большой глубине заложения фундаментов; *г* — комбинированное усиление с устройством буронабивных свай; *д*, *е* — расширение фундаментов с устройством жестких обойм; 1 — фундамент; 2 — обойма; 3 — балки; 4 — анкеры; 5 — разгрузочные балки; 6 — щебеночное основание; 7 — заделка в существующую стену; 8 — буронабивные сваи

работ зависят от конкретных условий строительной площадки, но в любом случае в конструкции уширенного фундамента предусматривают специальные металлические балки для передачи части нагрузки от вышележащих этажей на дополнительные элементы фундамента. Усиление фундаментов путем устройства обойм из монолитного бетона является наиболее простым и надежным решением. Оно основано на наращивании ширины фундаментов за счет монолитных железобетонных конструкций, значительном увеличении площади опирания фундаментов на основание, которое тоже может быть усилено.

Общая технологическая схема производства работ подходит для кирпичных, бутовых, бетонных и железобетонных фундаментов и предусматривает следующую очередность процессов:

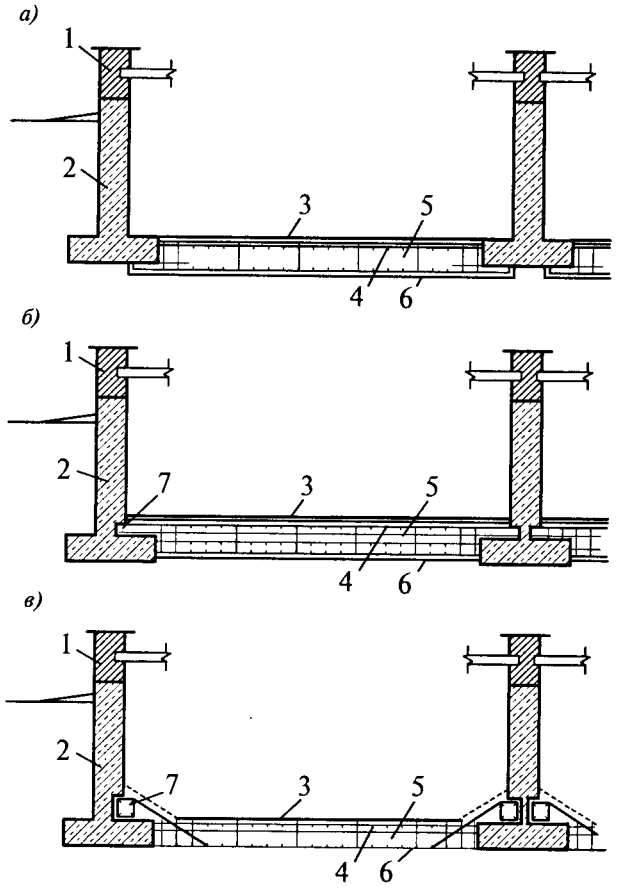
- понижение уровня грунтовых вод при их наличии;
- отрывка траншей с двух сторон фундамента;
- очистка поверхности фундаментов;
- пробивка отверстий в фундаментной стене для укладки разгрузочных балок;
- армирование уширяемой части фундамента, создание единого армокаркаса;
- устройство опалубки;
- послойная укладка бетонной смеси с вибрационным уплотнением;
- уход за бетоном с последующим распалубливанием конструкций;
- гидроизоляционные работы;
- обратная засыпка пазух и устройство отмостки;
- контроль качества и приемка работ.

Усиление фундаментов выполняют участками протяженностью не более 10...12 м. К бетонированию на очередной захватке рекомендуется приступать не ранее чем через 3 дня после окончания бетонных работ на предыдущей.

При критическом износе внутренних стен и перекрытий здания возникает вопрос об их замене, а также усилении фундаментов с изменением их расчетной схемы. Экономически целесообразно принимать комбинированную систему фундаментов — усиленные фундаменты для самонесущих стен и монолитная железобетонная плита для встроенных конструктивных элементов. Передача нагрузки на монолитную плиту снимает ограничения по высоте и числу надстроенных этажей.

Устройство монолитной фундаментной плиты предусматривает полную разборку всех конструктивных элементов внутри здания, подготовку и усиление основания, осуществление ре-

шений по конструктивному объединению оставляемых и усиливаемых фундаментов с фундаментной плитой с целью перераспределения нагрузок. Конструктивные решения основаны на использовании анкерных устройств в виде металлических консолей в фундаментах, которые объединяют с армокаркасами плит и замоноличивают. В местах размещения внутренних стен устраивают дополнительное ленточное армирование, бетонируют одновременно всю фундаментную плиту (рис. 29.6).



Р и с. 29.6. Варианты переустройства ленточных фундаментов в плитные:

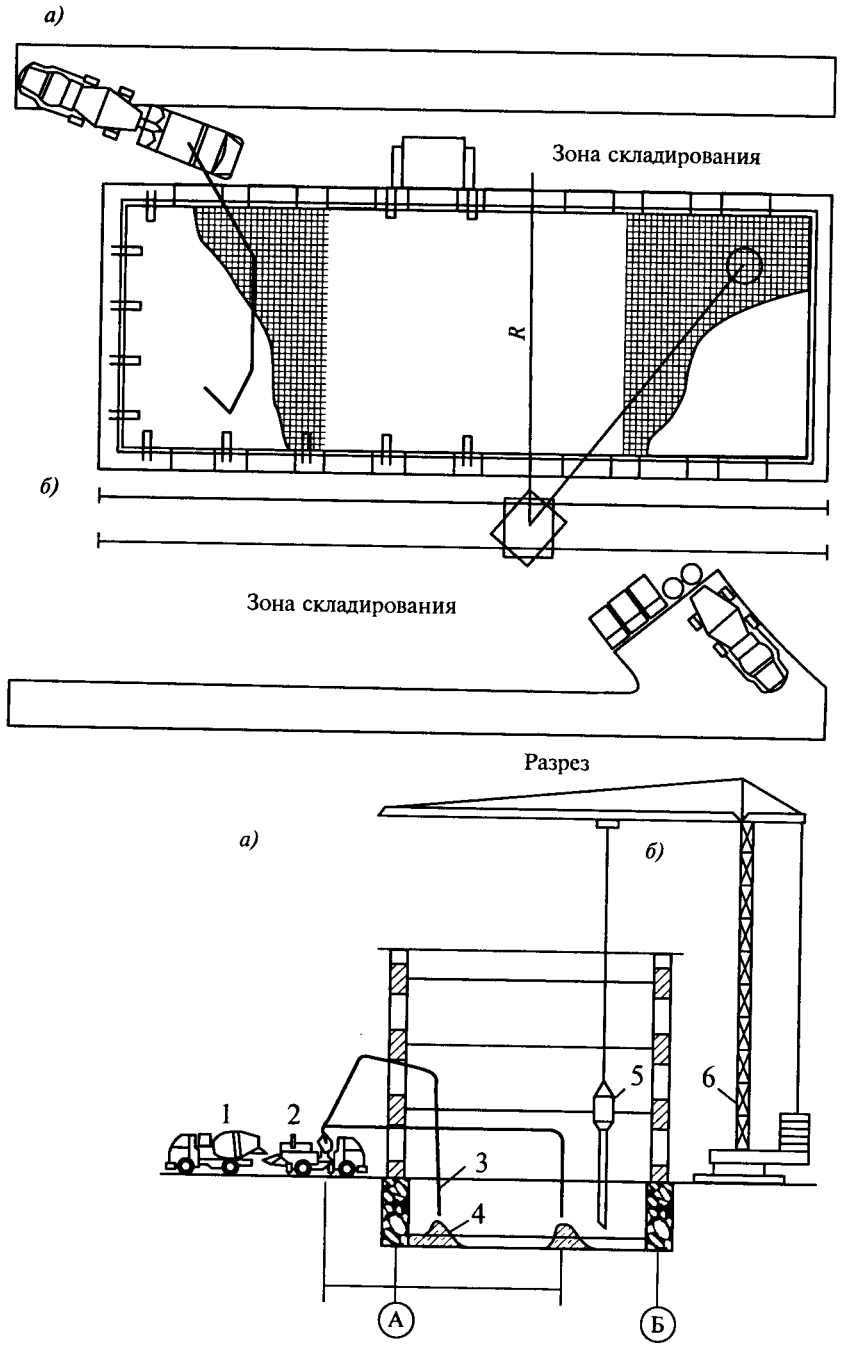
а — сплошная плита снизу фундаментных подушек; *б* — сплошная плита с балками на шпонках; *в* — сплошная плита на шпонках; 1 — кирпичная стена; 2 — фундамент; 3 — отметка верха пола подвала; 4 — рабочая арматура плиты; 5 — монолитная плита; 6 — подготовка под монолитную плиту; 7 — штрабы

При устройстве монолитной фундаментной плиты отсутствует стесненность на строительной площадке, наличие большого фронта работ позволяет применить поточные методы работ и высокопроизводительное оборудование. При подготовке основания можно применить самоходные вибротрамбующие плиты, для армирования использовать армокаркасы заводского изготовления, осуществлять бетонирование с помощью башенного крана и бадьи или автобетононасосами (рис. 29.7).

Для **усиления кирпичной кладки столбов** и простенков применимы традиционные технологии, основанные на использовании металлических и железобетонных обойм и каркасов, инъецирования в тело кладки полимерцементных и других суспензий. Каменная кладка хорошо работает на сжимающие усилия, поэтому наиболее эффективным способом ее усиления является устройство обойм. В обойме кладка работает в условиях всестороннего сжатия, в результате увеличивается сопротивление продольной силе и значительно уменьшаются поперечные деформации. Варианты усиления столбов и простенков приведены на рис. 29.8.

При установке стальной обоймы ее включение в работу обеспечивают инъецированием раствора в зазоры между стальными элементами и кладкой. Полная монолитность конструкции будет достигнута путем оштукатуривания высокопрочными цементно-песчаными растворами с добавкой пластификаторов для большей адгезии кладки и металлоконструкций. При устройстве железобетонной рубашки и толщине обоймы до 4 см применимы методы торкретирования и пневмобетонирования, окончательная отделка усиленной конструкции — устройство штукатурного накрывочного слоя.

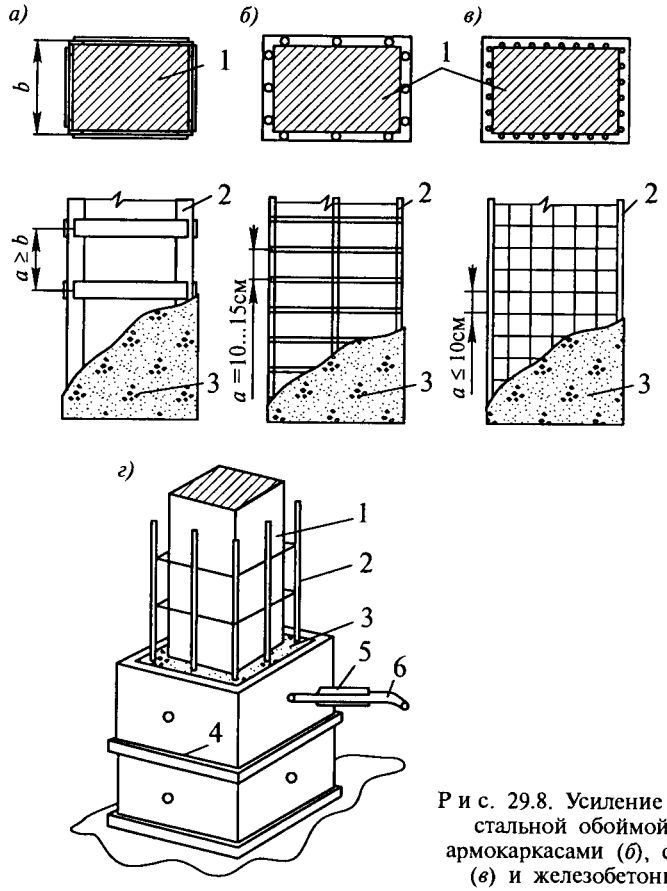
Железобетонные обоймы можно устраивать в несъемной опалубке, при этом наружные поверхности могут иметь различную фактуру, в том числе и гладкую (рис. 29.9). Наиболее эффективными несъемными опалубками являются тонкостенные элементы толщиной 1,5...2 см, изготовленные из дисперсно-армированного бетона. Для вовлечения опалубки в работу она снабжается выступающими анкерами, существенно повышающими адгезию с укладываемым бетоном. После установки несъемной опалубки и крепления ее элементов замоноличивают полость между усиливаемой и ограждающей конструкциями. Использование несъемной опалубки экономически и технологически выгодно, отпадает необходимость в разборке опалубки и исключается отделочный цикл работ.



Р и с. 29.7. Схемы бетонирования монолитных плит фундаментов:

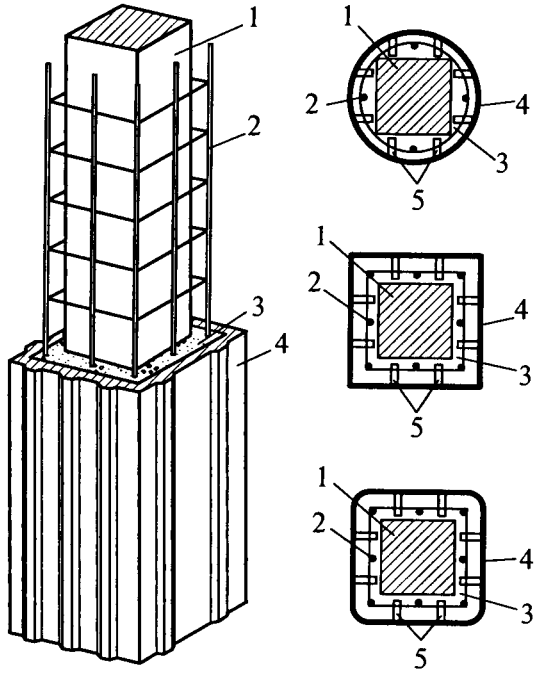
а — подача смеси бетононасосом; *б* — то же, башенным краном; 1 — бетоновоз; 2 — автобетононасос; 3 — распределительная стрела; 4 — монолитная плита; 5 — бадья; 6 — башенный кран

Усиление железобетонных колонн, балок и перекрытий заключается во включении в работу дополнительных элементов, которые увеличивают сечение конструкции, степень армирования, в некоторых случаях изменение расчетной схемы при включении в каркас дополнительных опор.



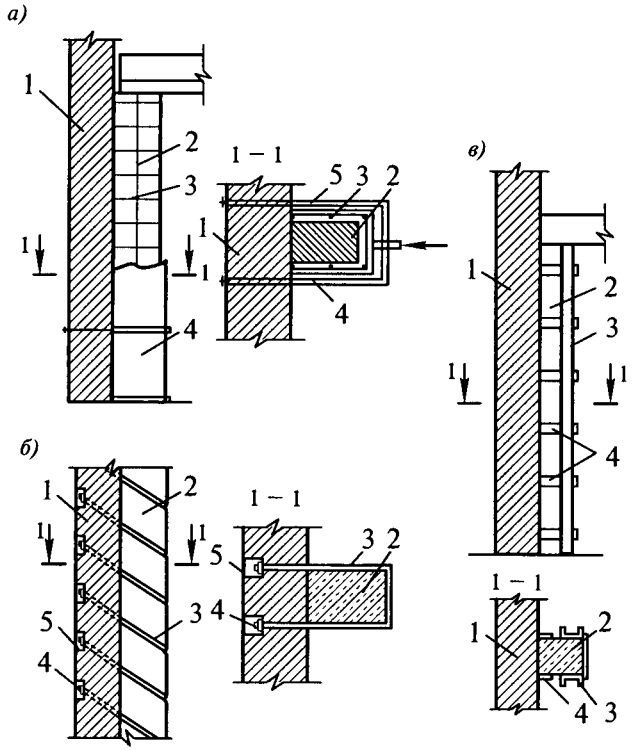
Р и с. 29.8. Усиление столбов стальной обоймой (*а*), армокаркасами (*б*), сетками (*в*) и железобетонными обоймами (*г*):

1 — усиливаемая конструкция; 2 — элементы усиления; 3 — защитный слой; 4 — щитовая опалубка с хомутами крепления; 5 — инъектор; 6 — материальный шланг



Р и с. 29.9. Усиление столбов с использованием опалубки-облицовки:
1 — усиливаемая конструкция; 2 — армокаркас; 3 — бетон омоноличивания; 4 — элементы облицовки; 5 — выступающие анкеры

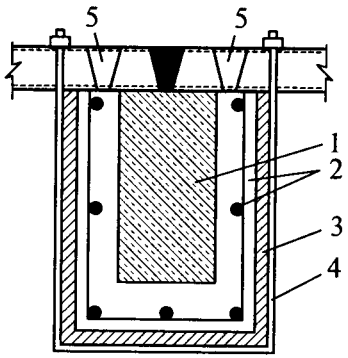
Усиление свободно стоящих железобетонных колонн выполняют методом наращивания сечения в виде железобетонной обоймы, с помощью металлических уголков и хомутов, стальными обоймами, отдельными стержнями, усиливающими сечение рабочей арматуры. Часто приходится усиливать колонны, примыкающие к наружным и внутренним стенам, основной технологией в этом случае является устройство железобетонной рубашки (рис. 29.10). Такое решение принимают, когда имеет место отслоение защитного слоя бетона. Кроме того, поверхность сильно разрушена, имеются значительные трещины. В процессе усиления необходимо тщательно очистить поверхность колонны, сделать насечки, установить и приварить дополнительный арматурный каркас, осуществить нагнетание бетонной смеси в полость. Большего эффекта можно достичь при поярусном бетонировании усиливаемой колонны. В этом случае торцевая опалубка монтируется отдельными ярусами.



Р и с. 29.10. Усиление колонн, примыкающих к стенам:
а — путем устройства железобетонной рубашки: 1 — стена; 2 — усиливаемая конструкция; 3 — арматурный каркас; 4 — опалубочные щиты; 5 — стяжные хомуты; *б* — путем установки напрягаемых хомутов для включения в работу стен: 1 — стена; 2 — колонна; 3 — хомут; 4 — анкерное устройство с натяжением; 5 — штраба; *в* — путем установки боковых разгружающих элементов: 1 — стена; 2 — колонна; 3 — швеллер; 4 — накладки из металлических полос

После заполнения бетонной смесью полости первого яруса наращивают торцевой щит, и цикл повторяется.

Усиление балочных конструкций выполняют, в зависимости от специфики сооружения, несколькими способами: наращиванием арматуры растянутой зоны, усилением балок снизу с увеличением степени армирования и высоты сечения, установкой железобетонных обойм, устройством шпренгельных систем и устройством затяжек по нижнему поясу балок. Для существенного повышения несущей способности балок устраивают железобетонную обойму (рис. 29.11). На очищенной поверхности балки делают насечки, по результатам анализа подбирают опти-



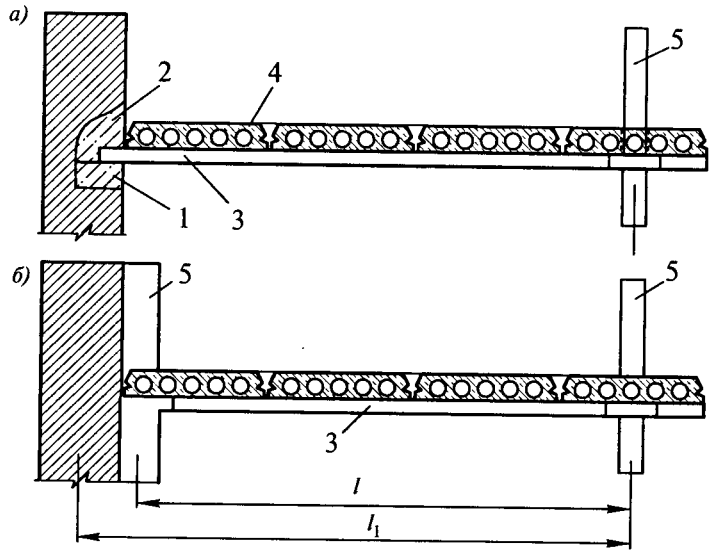
Р и с. 29.11. Схема усиления балок:

1 — усиливаемая конструкция; 2 — арматурный каркас; 3 — подвесная опалубка; 4 — тяжи; 5 — отверстия в плите для подачи бетонной смеси

мальный композиционный состав смеси. Бетонирование через специальные отверстия в плите выполняют послойно с обязательным уплотнением.

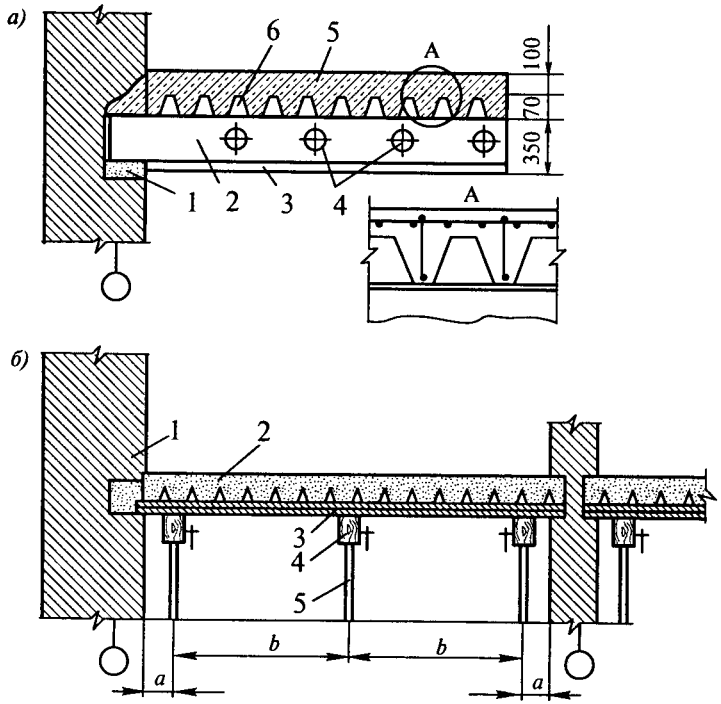
Замена перекрытий. В процессе реконструкции жилых зданий часто возникает вопрос о замене существующих перекрытий. Конструктивные решения устройства сборных перекрытий по ригелям при полном и неполном каркасе реконструируемых зданий приведены на рис. 29.12.

При устройстве сборно-монолитных перекрытий наиболее часто применяют два основных варианта несъемной опалубки: с использованием профилированного настила в качестве опалубки и с применением тонкостенных железобетонных плит с арматурными выпусками (рис. 29.13).



Р и с. 29.12. Схемы неполного (*а*) и полного встроенных каркасов (*б*) реконструируемого здания:

1 — опорная подушка; 2 — штрабы; 3 — ригель; 4 — многопустотный настил; 5 — колонны



Р и с. 29.13. Схемы возведения перекрытий в несъемной опалубке:

а — с использованием металлических балок и профнастила: 1 — стена; 2 — балка; 3 — подвесной потолок; 4 — технологические отверстия в сечении балки; 5 — монолитная железобетонная плита; 6 — профнастил; *б* — с использованием железобетонной несъемной опалубки: 1 — стена; 2 — монолитный бетон; 3 — несъемная опалубка; 4 — распределительная балка; 5 — телескопическая стойка

В первом случае несущими элементами перекрытий являются металлические балки, по верхнему поясу которых укладывают стальной профилированный настил с толщиной листа 0,7...0,8 мм. При значительных нагрузках возможно устраивать дополнительное армирование в виде вертикальных каркасов и горизонтальных сеток. Недостатком решения является обязательное устройство подвесного потолка.

Монолитные перекрытия. При реконструкции зданий криволинейной и сложной формы, когда применение сборных конструкций перекрытий сопряжено с использованием большого числа доборных элементов и монолитных участков, может быть рекомендовано монолитное перекрытие. Эта рекомендация базируется на индустриальности монолитных систем,

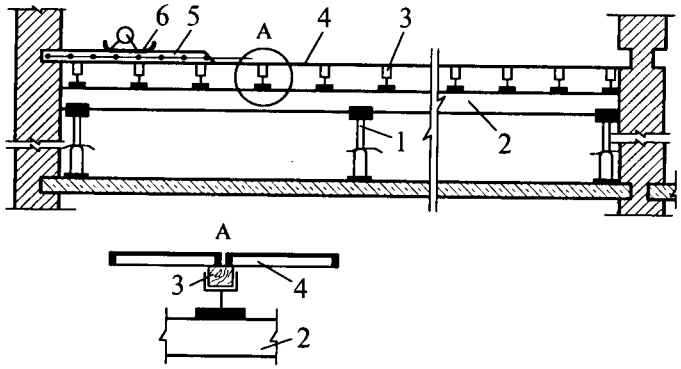
адаптированных к различным технологическим условиям, а также на механизации процессов транспортирования, укладки и уплотнения бетонной смеси.

Комплексный технологический процесс устройства монолитного перекрытия включает:

- подготовительные работы по пробивке штраб, усилению или замене отдельных участков кладки;
- установку опалубки перекрытия;
- армирование стержнями, арматурными каркасами и сетками;
- механизированную подачу и укладку бетонной смеси;
- уход за бетоном, контроль качества, а в зимних условиях — соблюдение режимов тепловой обработки;
- распалубливание.

В качестве опалубок могут быть задействованы отечественные и зарубежные опалубочные системы. Основными принципами формирования опалубки являются: установка телескопических стоек (пространственных рам из стоек) с оголовками и фиксаторами, укладка по ним балочной системы для восприятия всех нагрузок, устройство палубы из унифицированных щитов или листов водостойкой фанеры. Один из вариантов опалубки приведен на рис. 29.14.

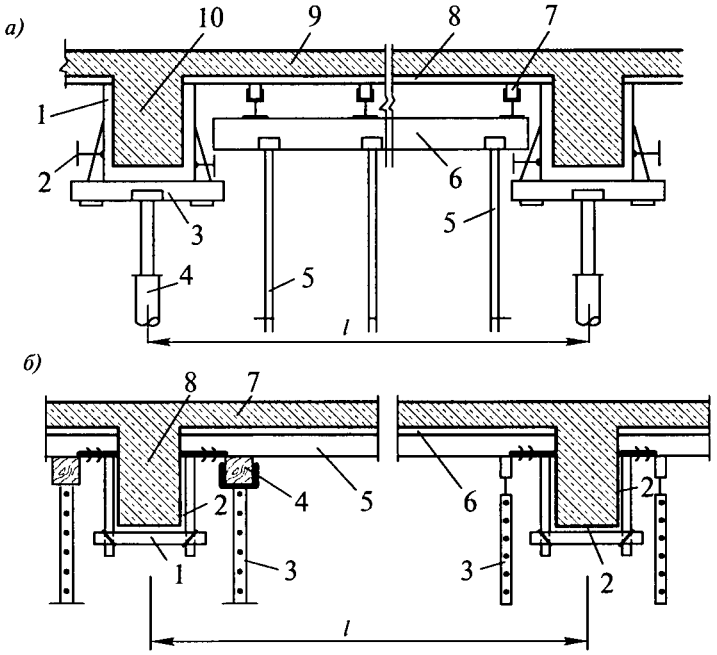
Балочные перекрытия успешно используют при однопролетной и двухпролетной схемах зданий, когда необходимо получить достаточно большие перекрываемые площади. При реконструкции балочные перекрытия устраивают, если несущая способность кирпичной кладки обеспечивает восприятие нагрузки. При выполнении опалубочных работ тщательно контролируют геометрические размеры и высотные отметки всех балок на захватке. Армирование конструкций выполняют каркасами заводского изготовления или отдельными стержнями. Контролируют проектное положение арматурного каркаса в опалубке, используют различные фиксаторы.



Р и с. 29.14. Схема устройства монолитных безбалочных перекрытий:

1 — телескопическая стойка с оголовником; 2 — опорные балки; 3 — прогоны; 4 — палуба из фанеры; 5 — монолитный железобетон; 6 — виброрейка

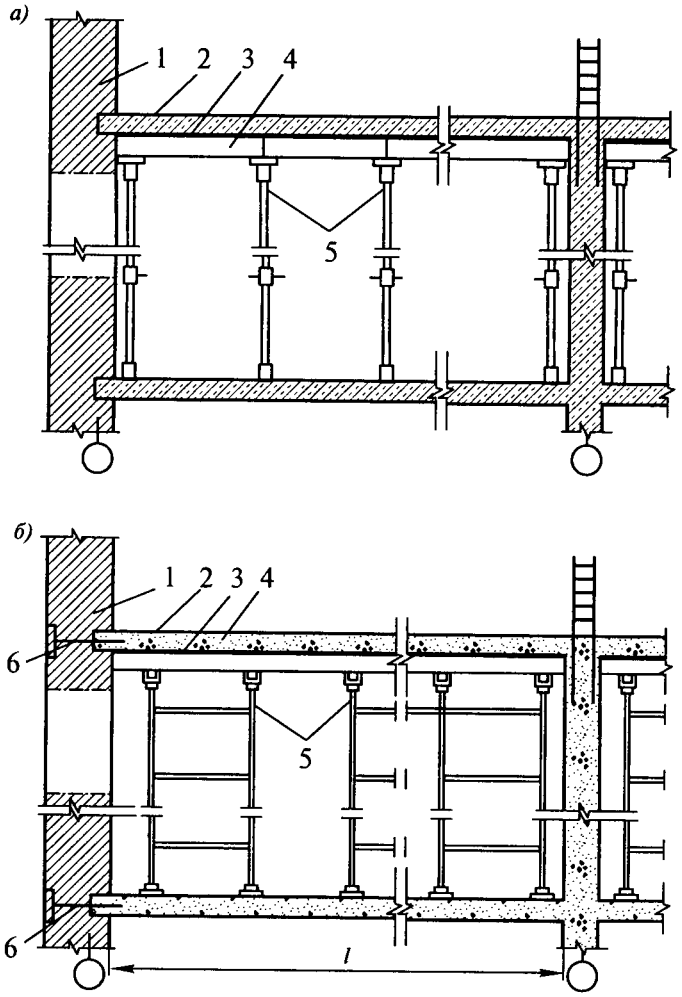
Конструктивно применяют две схемы опалубки балочного перекрытия — с использованием стоек и струбцин и подвесную систему (рис. 29.15). Балки высотой более 0,8 м бетонируют отдельно от перекрытия, во всех остальных случаях принимают совместное бетонирование с направлением параллельно балкам. В густоармированные балки рекомендуется укладывать литые и высокопластичные бетонные смеси с обязательным уплотнением вибраторами.



Р и с. 29.15. Схемы опалубочных систем для устройства балочных перекрытий:

а — с поддерживающими стойками: 1 — боковой щит балки; 2 — винтовой домкрат; 3 — балочная струбцина; 4 — телескопическая стойка; 5 — поддерживающие стойки; 6 — опорная балка; 7 — ригель; 8 — палуба из фанеры; 9 — плита перекрытия; 10 — балка перекрытия; *б* — с использованием подвесной опалубки балок: 1 — хомут, 2 — опалубочные щиты; 3 — телескопические стойки; 4 — распределительная балка; 5 — прогон; 6 — палуба из фанеры; 7 — плита перекрытия; 8 — балка перекрытия

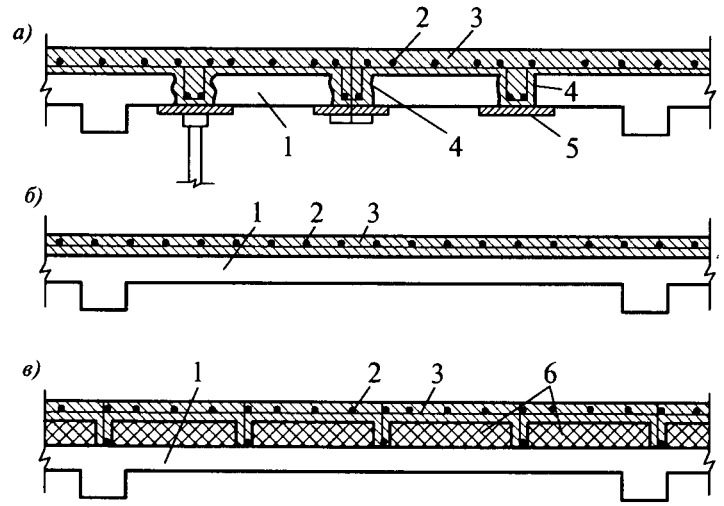
Технология встроенных монолитных систем без изменения расчетной схемы здания основана на использовании неполного безбалочного каркаса с опиранием перекрытия на стены. Для передачи нагрузки на стены в них на уровне перекрытия устраивают углубления (штрабы) на толщину перекрытия. Более эффективная работа стен и перекрытия может быть достигнута благодаря установке анкеров в стены (рис. 29.16).



Р и с. 29.16. Схемы устройства монолитных перекрытий встроенных систем:

а — со свободным опиранием перекрытия на стены; *б* — с анкерным креплением к наружным стенам; 1 — наружная стена; 2 — монолитное перекрытие; 3 — опалубка перекрытия; 4 — прогон; 5 — опорные телескопические стойки; 6 — анкерные устройства

Усиление перекрытий встречается особенно часто при реконструкции зданий. Рассмотрим только усиление монолитных перекрытий. Основой усиления является повышение степени армирования с одновременным наращиванием сечения. Наиболее эффективными являются методы устройства дополнительной балочной системы усиливаемого перекрытия и поверхностного наращивания слоя железобетона (рис. 29.17). В процессе устройства дополнительной балочной системы в плите перекрытия вырезают сплошные продольные штрабы параллельно расположению рабочей арматуры. Далее устанавливают подвесную опалубку, укладывают арматурные каркасы балочной системы, дополнительно укладывают арматурные сетки наращиваемого слоя бетона. До укладки бетонной смеси необходимо осуществить насечку бетонной поверхности перекрытия, непосредственно перед укладкой — смачивание поверхности водой. Бетонирование нужно выполнять без технологических перерывов, уделяя особое внимание вибрационной обработке густоармированной области штраб.



Р и с. 29.17. Схемы усиления монолитных перекрытий с наращиванием верхнего железобетонного слоя:

а — с устройством дополнительного армирования плиты; *б* — с установкой звукоизоляционной плиты; *в* — с установкой виброизоляционной плиты; 1 — железобетонное перекрытие; 2 — наращиваемая арматура; 3 — дополнительный слой бетона; 4 — штрабы; 5 — подвесная опалубка; 6 — шумо- и виброзащитные плиты

При усилении перекрытий путем наращивания слоя железобетона необходимо обеспечить совместность работы старой армосистемы и вновь укладываемых арматурных сеток. Важной задачей является обеспечение адгезии старого бетона с вновь укладываемым.

В процессе усиления перекрытия можно повысить его тепло- и звукоизоляцию. На заранее подготовленную поверхность перекрытия устанавливают и сваривают с существующим армированием арматурные каркасы усиления, которые соединяются между собой, образуя единую пространственную систему. Между арматурными каркасами укладывают изоляционный материал — плитный пенополистирол, жесткие минеральные плиты, другие материалы. Их укладывают и приклеивают к основанию так, чтобы оставалось свободное пространство для бетонирования ребра (с установленной арматурой) наращиваемого перекрытия. Ребра бетонируют в одном потоке с наращиваемым перекрытием (см. рис. 29.17, *в*).

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА МОНТАЖ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

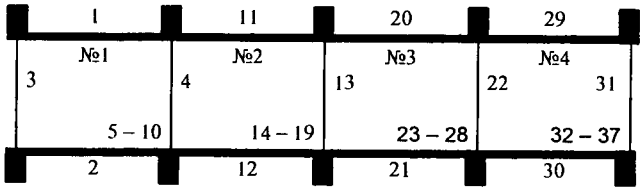
Состав технологической карты на комплексный монтажный процесс:

1. Область применения технологической карты и типовые ячейки.
2. Материальные и технические ресурсы:
   а) потребность в материальных ресурсах;
   б) потребность в технических ресурсах;
   в) выбор монтажного крана по техническим и экономическим показателям.
3. Почасовой (или посменный) график монтажа типовых ячеек.
4. Калькуляция затрат труда и машинного времени.
5. Технология и организация выполнения комплексного процесса монтажа.
6. Требования к качеству. Пооперационный контроль качества работ.
7. Техника безопасности.
8. Технико-экономические показатели по технологической карте.

1. Область применения техиологической карты и типовые ячейки

Технологическая карта разработана на второй монтажный поток: монтируются подкрановые балки, стропильные конструкции и панели покрытия. Карта составлена только на типовые ячейки каркаса. Она включает монтажные и сопутствующие процессы по сварке и заделке.

Принят вариант здания с подкрановыми балками и стропильными фермами. Первоначально определяются типовые ячейки, последовательность установки элементов в них и общее число элементов.



Номера ячеек	Подкрановая балка	Стропильная ферма	Плита покрытия	Всего
1	2	2	6	10
2	2	1	6	9
3	2	1	6	9
4	2	1	6	9
Итого	8	5	24	37

2. Материальные и технические ресурсы

а) Потребность в материальных ресурсах

Таблица П1.1

№№ п.п	Элементы	Единица измерения	Объем работ	СНиП IV-2—82	Материалы	Единица измерения	Норма на единицу	Требуемое количество
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Подкрановая балка	шт.	8	табл. 7-7	Сборный железобетон Электроды Монолитный бетон	м³ кг м³	1,5 2,2 0,114	12,0 17,6 1,37
2	Стропильная ферма, пролет 18 м	шт.	5	табл. 7-10	Сборный железобетон Электроды	м³ кг	3,0 0,9	15,0 4,5
3	Плита покрытия	шт.	24	табл. 7-11	Сборный железобетон Электроды Раствор	м³ кг м³	1,44 0,2 0,087	34,56 4,8 2,09

Итого:

Сборный железобетон — 61,56 м³;
Монолитный бетон — 1,37 м³;
Раствор — 2,09 м³;
Электроды — 26,9 кг

б) Потребность в технических ресурсах

Таблица П1.2

№№ п.п	Монтируемая конструкция	Монтажное приспособление	Масса груза, т	Масса приспособления, т	Высота строповки, м	Количество, приспособлений, шт.
1	2	3	4	5	6	7
1	Подкрановая балка	Траверса Кондуктор				
2	Стропильнавя ферма	Траверса				
3	Плита покрытия	То же				

в) Выбор монтажного крана по техническим и экономическим параметрам

Необходимо выбрать монтажный кран, который сможет при минимальном вылете стрелы смонтировать тяжелые элементы — балки и фермы, затем перенести через них и положить при значительном вылете стрелы плиты покрытия. Кран подбирают для монтажа фермы и проверяют его пригодность для укладки плиты покрытия.

Необходимая грузоподъемность крана для монтажа фермы должна быть не менее массы стропильной фермы и траверсы, а для монтажа плиты покрытия — не менее массы плиты покрытия и траверсы для ее подъема.

Необходимая высота подъема основного крюка для монтажа фермы $H_ф$ равна высоте фермы и траверсы, плюс запас по высоте на установку.

Необходимая высота подвески для монтажа плиты покрытия $H_п$ представляет собой сумму трех слагаемых: высоты верха фермы, запаса и высоты плиты и траверсы.

По полученным значениям для различных монтажных кранов (стреловых, башенно-стреловых, с гуськом) находят необходимый вылет стрелы L при разных углах ее наклона. Требуемые характеристики кранов — грузоподъемность Q, высота подъема крюка H и вылет стрелы для стропильных ферм и плит L приведены ниже, последняя колонка для крана с гуськом или башенно-стрелового.

Показатели	Стропильная ферма	Плита покрытия	Плита покрытия (кран с гуськом)
Q, т	26,0	4,0	4,0
H, м	20,5	23,7	19,3
L, м	min	15,8	11,9

Полученным результатам всегда удовлетворяет несколько кранов. Для сравнения по экономическим показателям выбраны три крана — два на гусеничном ходу и один на пневмоколесном.

Расчетные формулы:

$$C_{\text{маш.-ч}} = C_{\text{год}} + C_{\text{эксп}} + (E_1 + E_2)/T_{\text{факт}};$$

$$C_{\text{крана}} = C_{\text{маш.-ч}} \times T_{\text{факт}},$$

где $C_{\text{год}}$ — годовые амортизационные отчисления, руб/маш.-ч;
$C_{\text{эксп}}$ — эксплуатационные затраты, руб/маш.-ч;
E_1 — затраты на погрузку, транспортирование и разгрузку крана, руб.;
E_2 — затраты на монтаж и демонтаж крана, руб.;
$T_{\text{факт}}$ — работа крана на объекте, маш.-ч.

Результаты экономического сравнения кранов приведены в табл. П1.3.

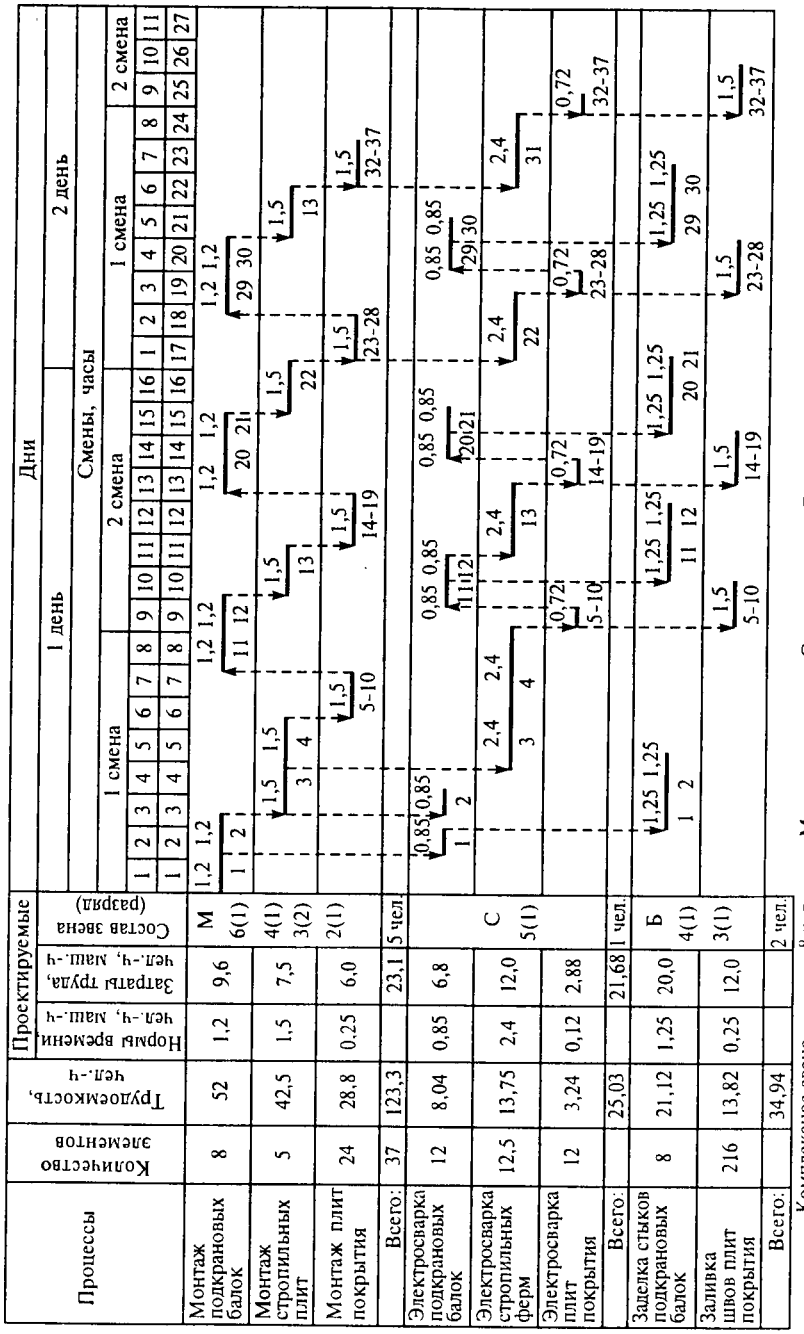
Таблица П1.3

Кран	$T_{\text{факт}}$ маш.-ч	$C_{\text{год}}$, руб/маш.-ч	$C_{\text{эксп}}$, руб/маш.-ч	E_1, руб.	E_2, руб.	$C_{\text{маш.-ч}}$, руб/маш.-ч	$C_{\text{крана}}$, руб/маш.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8
Гусеничный стреловой	440,7	2,49	3,55	186	1338	9,50	4187
Гусеничный с гуськом	440,7	2,39	3,62	96	1630	9,93	4376
Пневмоколесный	440,7 × 1,1	2,81	5,53	140	74	8,78	4256

По экономическим параметрам лучшим оказался гусеничный стреловой кран. Его технические характеристики — длина стрелы 30 м, гусек 10 м, грузоподъемность на вылете 8 м — 27 т, у гуська на вылете до 17 м — 8 т.

3. Почасовой график монтажа

Таблица П1.4



4. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Таблица П1.5

Затраты	Трудоемкость
1	2
машинного времени из почасового графика	23,1 маш.-ч
труда монтажников — 5 чел. × 23,1	115,5 чел.-ч
то же, сварщиков	21,7 чел.-ч
то же, бетонщиков	32,0 чел.-ч
Итоговая трудоемкость труда рабочих	169,2 чел.-ч
Комплексное звено	8 чел.

Калькуляцию трудовых затрат составляют на основании результатов проектирования почасового графика монтажа.

5. Технология и организация выполнения комплексного процесса монтажа

Технологию и организацию работ разрабатывают по аналогии с рекомендациями типовых технологических карт, технологией монтажа подкрановых балок, ферм и плит покрытия, рекомендуемых в учебниках по технологии строительных процессов.

6. Пооперационный контроль качества работ

Таблица П1.6

№№ п.п	Операции	Контроль качества выполнения операций			
		Состав операции	Способ контроля	Время контроля	Допуски (смещения)
1	2	3	4	5	6

Табл. П1.6 заполняют в соответствии с рекомендациями типовых технологических карт на аналогичные строительные процессы.

7. Техника безопасности

При разработке мероприятий по технике безопасности рекомендуется использовать материалы типовых технологических карт.

8. Технико-экономические показатели по технологической карте

Площадь четырех монтажных ячеек $18 \times 6 \times 4 = 324$ м^2, объем $324 \times 10{,}8 = 3500$ м^3.

Таблица П1.7

№№ п.п	Показатели	Единица измерения	Значения показателей		
			на типовые ячейки	на 100 м^2	на 100 м^3
1	2	3	4	5	6
1	Расход сборного железобетона	м^3	61,56	19,0	1,76
2	Расход монолитного бетона и раствора	м^3	3,0	0,92	0,09
3	Расход электродов	кг	26,9	8,3	—
4	Затраты машинного времени	маш.-ч	23,1	7,1	0,66
5	Трудозатраты	чел.-ч	169,2	52,2	4,83
6	То же	чел.-дни	21,15	6,5	0,6
7	Состав комплексной бригады	чел.	16		
8	Продолжительность монтажа типовых ячеек	маш.-смены	23,1/8 = 2,9		
9	Выработка на одного рабочего в смену	м^3	61,56/21,15 = 2,9		
10	Коэффициент загрузки монтажного крана		$K = \frac{10{,}4 + 8{,}5 + 7{,}2}{9{,}6 + 7{,}5 + 6{,}0} = 1{,}13$		

Технико-экономические показатели могут быть определены на типовые ячейки, принятые в разрабатываемом курсовом проекте, или в соответствии с типовыми картами на 100 м^2 площади здания либо 100 м^3 его объема.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ МНОГОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Состав проекта производства работ *на отдельный вид работы* — возведение каркаса здания:

1. Сведения о материалах, конструкциях, оборудовании, механизмах, приспособлениях и оснастке (табл. П2.1 — П2.5);
2. Технологическая карта (карты) производства работ;
3. Календарный (посменный, почасовой) график производства работы;
4. Строительный генеральный план на данный вид работы;
5. Пояснительная записка с обоснованиями и технико-экономическими показателями.

1. Сведения о материалах, конструкциях, оборудовании

Таблица П2.1. **Спецификация монтажных элементов**

№№ п.п	Сборные элементы	Марка элемента	Размеры, м			Площадь, $м^2$	Объем, $м^3$	Масса, т	Требуемое количество		Расход на все здание
			длина	ширина	толщина				на секцию	на здание	

Таблица П2.2. **Потребность в материальных ресурсах**

№№ п.п	Элементы	Единица измерения	Объем работ	СНиП IV-2—82	Материалы	Единица измерения	Норма на единицу измерения	Требуемое количество
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Итого				Бетон М300 (В25)			
					Бетон М200 (В12,5)			
					Раствор М50			
					Электроды			

Таблица П2.3. **Ведомость объемов работ**

№№ п.п	Процессы	Единица измерения	Количество		Расчет объемов работ
			на секцию	на здание	
1	2	3	4	5	6

Таблица П2.4. **Ведомость затрат труда**

№№ п.п.	Процессы	Единица измерения	Количество работ на секцию	ЕНиР 4-1	Норма времени маш.-ч	Затраты времени машин		Норма времени, чел.-ч	Затраты труда рабочих		Состав звеньев, профессия, разряд	Затраты труда на здание	
						маш.-ч	маш.-смены		чел.-ч	чел.-дни		маш.-смены	чел.-дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица П2.5. **Ведомость монтажных приспособлений и устройств**

№№ п.п.	Монтируемая конструкция	Монтажное приспособление	Показатели			Количество, шт.
			Грузоподъемность, т	Вес, т	Высота строповки, м	
1	2	3	4	5	6	7

Выбор монтажного крана для монтажа каркаса многоэтажного промышленного здания осуществляют по техническим и экономическим показателям по аналогии с приведенным в составе технологической карты (см. прилож. 1).

2. Технологическая карта монтажа типовых ячеек

Состав и содержание технологической карты рассмотрены в приложении 1. Технологическую карту разрабатывают на процесс комплексного монтажа несущих элементов второго или последующих ярусов многоэтажного промышленного здания. В состав процессов технологической карты входят: установка колонн, укладка ригелей, укладка плит перекрытий, электросварка монтажных стыков, замоноличивание швов и стыков сборных конструкций для типовых ячеек (обычно три шага колонн) при работе одного монтажного крана.

3. Календарное планирование монтажных работ:

а) расчет графика монтажных работ на секцию (табл. П2.6);

б) календарный (посменный) график монтажа каркаса секции (табл. П2.7).

Расчет календарного графика на секцию здания

(здание восьмиэтажное, один ярус на два этажа)

Таблица П2.6

Показатели	Трудоемкость монтажа конструкций							
	Колонны первого яруса	Колонны верхних ярусов	Ригели	Плиты перекрытий ПО и ПД	Стеновые панели	Всего, смены	Всего, дни	Окончание работы, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трудоемкость, маш.-смены	16,5	19,12	43,2	56,88	111,73	247,43	—	—
Выполнение норм, %	103	106	108	102	107	—	—	—
Планируемая трудоемкость	16	18	40	56	104	234	117	—
Колонны 1-го яруса	16	—	—	—	—	16	8	8
Конструкции 1-го яруса	—	—	10	14	—	24	12	20
2-й ярус	—	6	10	14	—	30	15	35
Стены 1-го яруса	—	—	—	—	26	26	13	48
3-й ярус	—	6	10	14	—	30	15	63
Стены 2-го яруса	—	—	—	—	26	26	13	76
4-й ярус	—	6	10	14	—	30	15	91
Стены 3-го яруса	—	—	—	—	26	26	13	104
Стены 4-го яруса	—	—	—	—	26	26	13	117
Проверка	16	18	40	56	104	234	117	117

Таблица П2.7

Календарный график производства работ на секцию

4. Объектный стройгенплан на период монтажа здания

а) Расчет временных зданий

Нормативы размеров временных зданий на стройгенплане:

Прорабская, м..... 8 × 3,5
Бытовка на 9 человек, м..... 8 × 3,5
Столовая на 22 посадочных места, м..... 12,6 × 4
Душ, помещение для сушки одежды, м..... 8 × 3,5
Проходная, м..... 3 × 3
Туалет-автофургон, м..... 8 × 3,5 или 6 × 3
Ремонтная мастерская, м..... 8 × 3,5
Закрытый материальный склад (одежда, инструмент, приборы), м^2..... 40
Закрытый хозяйственный склад (электроды, мастики, столярные изделия), м^2..... 40

б) Расчет открытых складов на стройгенплане

Таблица П2.8. **Расчет для 9 типовых ячеек**

Элементы	Число элементов, шт.	Порядок складирования	Габариты, м	Площадь, м^2
Колонны	16	4 ряда по высоте	10,6 × 0,65 × 4	27,6
Ригели	24	3 ряда по высоте	5,6 × 0,85 × 8	38,1
Плиты ПД	12	6 плит в штабеле	5,8 × 0,75 × 2	8,7
Плиты ПО	66	8–9 плит в штабеле	5,8 × 1,5 × 8	69,6
Итого	118		Итого	144,0
Проходы между штабелями (30% общей площади)				43,2
Всего площадь под складом				187,2

При длине склада 18 м (три шага колонн для типовых ячеек) и его площади 187,2 м^2, ширина (глубина) склада составит 10,4 м.

Таблица П2.9. **Фактические площади складов с учетом проходов**

Элементы	Фактическая площадь склада, м^2	Число элементов, шт.	Площадь для одного элемента, м^2
Колонны	26,7 × 1,3 = 35,9	16	2,2
Ригели	38,1 × 1,3 = 49,5	24	2,06
Плиты	78,3 × 1,3 = 101,8	78	1,3

Таблица П2.10. **Исходные данные для расчета площадей открытых складов**

Элементы	Площадь склада для одного элемента, м²	Высота штабеля, м	Число рядов
Колонны	1,9...2,4	До 2,5	4...5
Ригели	2,0...2,2	До 2,0	2...4
Плиты перекрытий	1,2...1,5	До 2,5	5...9

Зазоры между рядом расположенными штабелями не менее 10 см. Ширина проходов внутри склада не менее 50 см. Проходы шириной 1 м — через 20...30 м длины склада. Проезды шириной 3...4 м — через 100 м по длине склада.

Если для монтажа приняты два крана с двух сторон здания, то общая площадь склада будет равна расчетной, но ширина каждого склада будет равна ½ расчетной ширины. При расположении монтажного крана в среднем пролете нужно иметь четыре зоны складирования — две внутри здания в соседних с краном пролетах и две — вне здания, узкие, для размещения стеновых панелей.

Расчетная площадь склада составила $18,0 \times 10,4 = 187,2$ м², а фактическая $18,2 \times 10,1 = 183,8$ м².

5. Технико-экономические показатели по ППР

1. Объем здания.
2. Площадь здания.
3. Фактические трудозатраты на все здание.
4. Объем сборного железобетона на здание.
5. Трудозатраты на единицу объема здания.
6. Трудозатраты на единицу общей площади здания.
7. Выработка одного рабочего в день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс.— М.: Высш. шк., 1990.

Матвеев Е.П. Реконструкция жилых и гражданских зданий.— М.: ГУП ЦПП, 1999.

Монтаж металлических и железобетонных конструкций / Г.Е. Гофштейн, В.Г. Ким, В.Н. Нищев и др.— М.: Стройиздат, 2001.

Полтавцев С.И. Монолитное домостроение.— М.: Стройиздат, 1993.

Справочник строителя. Бетонные и железобетонные работы.— М.: Стройиздат,1987.

Смородинов М.И. Строительство заглубленных сооружений.— М.: Стройиздат, 1993.

Строительно-монтажный конвейер / К.В. Клевцов, Б.В. Кочетов, В.В. Межеричев и др.— М.: Высш. шк., 1987.

Теличенко В.И., Лапидус А.А., Терентьев О.М. Технология возведения зданий и сооружений.— М.: Высш. шк., 2001.

Теличенко В.И., Лапидус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов. В 2 ч. Ч. 1.— М.: Высш. шк., 2002.

Теличенко В.И., Лапидус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов. В 2 ч. Ч. 2.— М.: Высш. шк., 2003.

Теличенко В.И., Штоль Т.М., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1990.

Технология строительных процессов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; Под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева.— М.: Высш. шк., 2001.

Швиденко В.И. Монтаж строительных конструкций.— М.: Высш. шк., 1987.

Нормативная литература

СНиП 11-01—95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1997.

СНиП 3.03.01—87. Несущие и ограждающие конструкции.— М.: Стройиздат, 1988.

СНиП 10-01—94. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения.— М.: Стройиздат, 1994.

СНиП 11-01—95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1995.

СНиП 3.01.01—85. Организация строительного производства.— М.: Стройиздат, 1995.

СНиП III-4—80*. Техника безопасности в строительстве.— М.: Стройиздат, 1992.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . 3
Введение . . . 5

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ . . . 7

Глава 1. Технологическое проектирование строительных процессов . . . 7
1.1. Общие положения . . . 7
1.2. Специфика разработки ПОС и ППР . . . 9
1.3. Состав и содержание ППР на строительство отдельного здания . . . 12
1.4. Состав ППР на возведение надземной части здания . . . 13
1.5. Состав и содержание ППР на отдельный вид технически сложных работ . . . 15

Глава 2. Последовательность производства работ и возведения зданий . . . 17

Глава 3. Стройгенплаи, складирование материалов и конструкций . . . 22
3.1. Стройгенпланы строительства . . . 22
3.2. Проектирование склада конструкций . . . 27
3.2.1. Дороги стройплощадки . . . 27
3.2.2. Погрузка и разгрузка строительных грузов . . . 30
3.2.3. Складирование материальных элементов . . . 30

Глава 4. Работы подготовительного периода . . . 33
4.1. Инженерно-геологические изыскания и создание геодезической разбивочной основы . . . 34
4.2. Расчистка и планировка территории . . . 38
4.3. Отвод поверхностных и грунтовых вод . . . 41
4.4. Подготовка площадки к строительству и ее обустройство . . . 43

Глава 5. Геодезическое обеспечение точности возведения зданий и сооружений . . . 44

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ . . . 48

Глава 6. Технология «стена в грунте» для устройства подземных сооружений . . . 48

Глава 7. Работы нулевого цикла для промышленных и гражданских зданий . . . 53
7.1. Отрывка котлована и подготовка основания . . . 54
7.2. Монтаж подземной части здания . . . 55

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ . . . 59

Глава 8. Методы монтажа большепролетных зданий и сооружений . . . 59
8.1. Общие положения . . . 59
8.2. Специфика монтажа большепролетных зданий . . . 60

8.3. Последовательность установки элементов каркаса . . . 63
8.4. Использование временных опор и подмостей . . . 68
8.5. Способы перемещения сооружений на постоянные опоры . . . 70
8.6. Выбор методов монтажа и совмещения работ . . . 74

Глава 9. Монтаж одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом . . . 78
9.1. Технологические особенности возведения зданий . . . 78
9.1.1. Объемно-планировочные решения промышленных зданий . . . 78
9.1.2. Последовательность производства работ . . . 79
9.2. Методы совмещения циклов строительства . . . 81
9.3. Методы возведения одноэтажных промышленных зданий и монтажные механизмы . . . 83

Глава 10. Монтаж одноэтажных промышленных зданий с металлическим каркасом . . . 87
10.1. Общие положения . . . 87
10.2. Особенности монтажа зданий разных типов . . . 88
10.3. Конвейерная сборка и крупноблочный монтаж . . . 91
10.3.1. Конструкции блоков покрытия и способы их сборки . . . 91
10.3.2. Конвейерная сборка . . . 94
10.3.3. Склады материалов и конструкций при конвейере . . . 100
10.3.4. Способы блочного монтажа . . . 101
10.3.5. Достоинства и применимость метода . . . 106

Глава 11. Монтаж многоэтажных промышленных зданий . . . 110
11.1. Общие положения . . . 110
11.2. Способы монтажа зданий . . . 112
11.2.1. Применяемые монтажные механизмы . . . 113
11.2.2. Очередность монтажа каркаса здания . . . 114
11.3. Монтаж конструкций при использовании одиночных кондукторов . . . 116
11.4. Монтаж конструкций при использовании групповых кондукторов . . . 118
11.5. Монтаж конструкций при использовании рамно-шарнирного индикатора . . . 120
11.6. Монтаж зданий других конструктивных схем . . . 122

Глава 12. Возведение крупнопанельных зданий . . . 127
12.1. Основные циклы работ и геодезическое обеспечение монтажа . . . 127
12.2. Установка конструктивных элементов . . . 129
12.2.1. Установка панелей наружных стен . . . 129
12.2.2. Установка внутренних стен . . . 130
12.3. Организация монтажных работ . . . 131
12.3.1. Общие принципы монтажа . . . 132
12.3.2. Основные схемы монтажа крупнопанельных зданий . . . 134

Глава 13. Монтаж зданий из объемных элементов . . . 137
13.1. Общие положения . . . 137
13.2. Технология монтажа элементов . . . 139

Глава 14. Метод подъема перекрытий и этажей . . . 144
14.1. Особенности метода . . . 144
14.1.1. Специфика возводимых зданий . . . 145
14.1.2. Специфика применяемых конструкций . . . 146
14.2. Опалубки для бетонирования ядер жесткости . . . 148
14.3. Технология изготовления плит перекрытий . . . 149
14.4. Технология подъема перекрытий . . . 151

14.4.1. Подъемники, принцип их работы . . . 151
14.4.2. Последовательность производства работ . . . 152
14.4.3. Механизация возведения зданий . . . 155
14.5. Технология работ при подъеме этажей . . . 156

Глава 15. Возведение высотных зданий . . . 160
15.1. Общие положения . . . 160
15.2. Применяемые монтажные механизмы . . . 161
15.3. Способы монтажа зданий . . . 164
15.3.1. Монтаж зданий при железобетонном каркасе . . . 164
15.3.2. Монтаж зданий при стальном и смешанном каркасах . . . 167
15.3.3. Обеспечение устойчивости каркаса в период монтажа . . . 169
15.4. Отделочные работы . . . 171

Глава 16. Возведение высотных сооружений — башен, мачт, труб . . . 172
16.1. Общие положения . . . 172
16.2. Монтаж башен . . . 174
16.2.1. Монтаж башен наращиванием . . . 175
16.2.2. Поворот башен вокруг шарнира . . . 178
16.2.3. Монтаж башен подращиванием . . . 182
16.3. Монтаж радиомачт . . . 187
16.3.1. Монтаж мачт наращиванием . . . 187
16.3.2. Монтаж мачт поворотом и подращиванием . . . 190

Глава 17. Висячие вантовые покрытия . . . 194
17.1. Виды вантовых покрытий . . . 194
17.1.1. Прямоугольные в плане системы . . . 195
17.1.2. Системы эллиптические или овальные . . . 197
17.1.3. Круглые в плане системы . . . 198
17.2. Возведение покрытий с вантами . . . 198
17.3. Возведение здания с вантовыми фермами . . . 199
17.3.1. Специфика возводимого здания . . . 199
17.3.2. Технология изготовления и монтажа конструкций . . . 201

Глава 18. Возведение зданий с кирпичными стенами . . . 204
18.1. Общие положения . . . 204
18.2. Организация возведения кирпичных стен . . . 208
18.3. Поточное производство монтажных и каменных работ . . . 209
18.4. Возведение каменных конструкций в зимних условиях . . . 214
18.5. Мероприятия в период оттаивания кладки . . . 215

Глава 19. Возведение зданий с применением деревянных конструкций . . . 216
19.1. Общие положения . . . 216
19.2. Большепролетные здания с деревянными несущими конструкциями . . . 217
19.3. Специальные деревянные сооружения . . . 220
19.4. Каркасные деревянные здания . . . 223
19.5. Брусовые здания . . . 225

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА . . . 227

Глава 20. Строительно-конструктивные особенности возведения зданий из монолитного бетона . . . 227
20.1. Назначение опалубки . . . 227
20.2. Основные типы опалубок . . . 230

Глава 21. Комплексное производство бетонных и железобетонных работ . . . 233
21.1. Состав комплексного процесса . . . 233
21.2. Механизация бетонных работ . . . 246

Глава 22. Возведение зданий в разборно-переставных опалубках . . . 248
22.1. Опалубки стен и колонн . . . 249
22.1.1. Мелкощитовая опалубка . . . 249
22.1.2. Крупнощитовая опалубка . . . 261
22.2. Опалубка перекрытий . . . 275

Глава 23. Возведение зданий в горизонтально перемещаемых опалубках . . . 291
23.1. Катучая опалубка . . . 291
23.2. Объемно-переставная опалубка . . . 294
23.3. Туннельная опалубка . . . 300
23.3.1. Многоцелевая объемная опалубка фирмы «НОЕ» . . . 300
23.3.2. Туннельная опалубка фирмы «Утинор» . . . 302

Глава 24. Возведенне зданий в вертикально перемещаемых опалубках . . . 311
24.1. Подъемно-переставная опалубка . . . 311
24.2. Скользящая опалубка . . . 312
24.3. Блок-формы . . . 323
24.4. Блочная опалубка . . . 326
24.5. Крупноблочная опалубка для шахт . . . 329

Глава 25. Возведение зданий н сооружений в специальных опалубках . . . 331
25.1. Пневматическая опалубка . . . 331
25.2. Несъемная опалубка . . . 333
25.2.1. Общие положения . . . 333
25.2.2. Опалубочная система из пенополистирола . . . 336
25.3. Греющие опалубки . . . 343

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ В СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ . . . 346

Глава 26. Возведение зданий в условиях плотной городской застройки . . . 346
26.1. Общие положения . . . 346
26.2. Специфические особенности стройгенплана . . . 347
26.3. Поддержание эксплуатационных свойств существующей застройки . . . 351
26.4. Защита экологической среды . . . 358
26.5. Защита возводимого здания . . . 360

Глава 27. Возведение зданий и сооружений на техногенно загрязненных территориях . . . 362
27.1. Общие положения . . . 362
27.2. Технологии замены загрязненного грунта . . . 364
27.3. Технологии очистки и санации загрязненного грунта . . . 366
27.4. Технологии консервации загрязненного грунта . . . 369
27.5. Технологии предохранения территорий от загрязнения при создании полигонов для захоронения отходов . . . 371
27.6. Технологии рекультивации территорий . . . 374

Глава 28. Строительство зданий и сооружений в зимних и экстремальных условиях . . . 378
28.1. Особенности зимнего периода . . . 378
28.2. Технология бетонирования конструкций без искусственного обогрева . . . 379
28.2.1. Метод «термоса» . . . 380
28.2.2. Применение противоморозных добавок . . . 380
28.3. Бетонирование конструкций с термообработкой . . . 383
28.4. Рекомендации по выбору метода термообработки . . . 388
28.4.1. Термообработка фундаментов . . . 388
28.4.2. Термообработка стеновых конструкций . . . 389

28.4.3. Термообработка перекрытий и других конструкций 390
28.5. Особенности термообработки конструкций в различных опалубках 391
28.6. Бетонирование в зимнее время при реконструкции зданий 392
28.7. Бетонирование конструкций в экстремальных условиях 393

Глава 29. Технология реконструкции зданий 395
29.1. Общие положения 395
29.2. Разборка и ликвидация зданий и сооружений 396
29.3. Надстройка мансардных этажей 398
29.4. Встроенные системы при реконструкции зданий 403
29.5. Особенности замены сборных конструкций 409
29.6. Усиление конструкций 411

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. **Технологическая карта на монтаж сборных конструкций одноэтажного промышленного здания** 429

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. **Проект производства работ по возведению многоэтажного промышлениого здания** 435

Список литературы 441

Учебное издание

Теличенко Валерий Иванович
Лапидус Азарий Абрамович
Терентьев Олег Мефодиевич

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ