

**А.А. АФАНАСЬЕВ, С.Г. АРУТЮНОВ,  
И.А. АФОНИН, Ю.А. ВИЛЬМАН, Е.А. КОРОЛЬ,  
Г.К. СОКОЛОВ, А.М. ТАУЕНИС**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ**

Под общей редакцией член-корр. РААСН, проф., д. т. н.  
А.А. Афанасьева

Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учеб-  
ника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по всем  
строительным специальностям



Москва

Издательство Ассоциации строительных вузов

2000

**УДК 69.003658**

**Технология возведения полносборных зданий. Учебник.** Под общей редакцией чл.-корр. РААСН, проф., д-ра техн. наук А.А. Афанасьева. М. Изд-во АСВ, 2000 г.

ISBN 5-93093-042-2

В учебнике изложены основные положения по технологии возведения полносборных зданий различного технологического назначения. Рассматривается многоуровневая структура строительной продукции, нормализация технологий, технологичность конструктивных решений и технологическая гибкость строительного производства, режимы и параметры технологических процессов. Освещены вопросы технологического проектирования, оптимизации методов производства работ, выбора средств механизации, разработки проектов производства работ.

Отражены современные методы возведения полносборных зданий, основные технологии выполнения строительно-монтажных работ, способы технологической увязки, комплексной механизации работ и роботизации технологических процессов.

**Рецензенты:** кафедра «Технологии строительного производства» Южноуральского политехнического Университета (зав. кафедрой, проф., д-р техн. наук., чл.-корр. РААСН, С.Г. Головнев); д-р техн. наук., проф., ген. директор АОЗТ «ЦНИИОМТП» И.П. Олейник.

Федеральная программа книгоиздания России.

ISBN 5-93093-042-2

©Издательство АСВ, 2000

©Кол. авт., 2000

В главах 5, 6, 7 приведены технологии возведения полносборных жилых и общественных зданий, представляющих технологические сложности при производстве работ.

Главы 8,9,10 посвящены нетрадиционным методам возведения многоэтажных каркасных зданий. Рассматриваются технологии возведения зданий с безбалочным каркасом и натяжением арматуры в процессе монтажа, а также методом подъема перекрытий и этажей.

В главах 11, 12 приведены технологические особенности возведения одноэтажных и многоэтажных каркасных зданий. Дается оценка технологической эффективности производства работ с применением крупноразмерных элементов.

В заключительной 13 главе рассматриваются вопросы автоматизации и роботизации монтажных процессов при возведении многоэтажных зданий.

Учебник разработан коллективом преподавателей кафедры "Технология строительного производства" Московского государственного строительного университета под общей редакцией д-ра техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН Афанасьева А.А.

Отдельные главы написаны: гл.1 - Афанасьевым А. А. и доц. Тауенисом А. М., гл. 2, 4, 5 - Тауенисом А.М., гл. 3 – Тауенисом А. М. и Афанасьевым А. А., гл. 6, 7 - доц. канд. техн. наук Король Е. А., гл. 8 - доц. канд. техн. наук Афониним И. А., гл. 9 - Афанасьевым А. А., гл. 10 - доц. канд. техн. наук Арутюновым С. Г., гл. 11 - доц. канд. техн. наук Соколовым Г. К., гл. 12 - Соколовым Г. К. и Афанасьевым А. А., гл. 13 - проф. д-ром техн. наук Вильманом Ю.А.

При написании учебника использованы материалы проектных, научно-исследовательских и строительных организаций и фирм Главмосстроя, Главмоспромстроя, АОЗТ ЦНИИОМТП, ЦНИИПжилища и др.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина "Технология возведения зданий и сооружений" (ТВЗС) является одной из ведущих и формирующих профессиональные знания и умения инженера-строителя по специальности 2903 "Промышленное и гражданское строительство".

Учебник "Технология возведения полносборных зданий" отражает содержание примерной программы дисциплины ТВЗС, касающейся производства работ, связанных с возведением полносборных зданий, преимущественно, из сборного железобетона. Он включает общие положения, основные технологии возведения зданий и сооружений, а также современные методы и особенности проектирования технологической документации: проектов производства работ, строительных генеральных планов, технологических карт и схем выполнения отдельных видов работ. Данный материал является общим для всего курса и содержит концептуальные положения по технологии возведения зданий независимо от конструктивно-технологических решений, назначения, применяемых материалов и конструкций.

Учебник состоит из 13 глав, содержание которых раскрывает технологические особенности возведения зданий различных архитектурно-планировочных, конструктивных решений и технологического назначения (жилье, административные, промышленные и др.).

В первой главе приведены основные положения по технологии возведения зданий и сооружений. Рассматриваются многоуровневая структура строительной продукции, нормализация технологий, режимы и параметры технологических процессов, технологичность и технологическая гибкость строительного производства.

Во второй главе излагаются основные методы возведения зданий и технологические особенности производства работ при выполнении нулевого цикла и надземной части. Приведены технологические связи различных процессов в виде организационно-технологических моделей.

Третья глава посвящена вопросам проектирования и разработки технологической документации, а также проектной документации на новые методы производства работ, технологическую оснастку, обеспечение точности возведения зданий, устойчивости конструкций и безопасности производства работ.

В четвертой главе рассматривается технология работ подготовительного периода.

## ВВЕДЕНИЕ

Возведение зданий и сооружений, основанное на использовании сборных конструкций заводской готовности, занимает особое место в технологии строительства. Первые сборные жилые дома и фортификационные сооружения выполнялись из деревянных срубов, которые изготавливались, маркировались, разбирались, транспортировались по рекам и устанавливались на месте возведения. Это позволяло в несколько раз снизить продолжительность работ на строительной площадке.

Дальнейшее развитие организационно-технологических принципов основывалось на разделении функций по изготовлению сборных конструкций домов и их возведению. При этом существовал набор типовых построек различной площади и этажности, что позволяло удовлетворять запросы различных слоев населения.

Принцип сборности постоянно совершенствовался с развитием подъемно-транспортных средств и использованием огнестойких материалов. Технология полносборного строительства представляет комплексно-механизированный процесс поточной сборки зданий и сооружений из элементов и узлов заводского изготовления.

В настоящее время состояние экономики не позволяет в полной мере использовать потенциал полносборного строительства. Поэтому требуется переход на более гибкие технологии, отражающие запросы современного производства, что связано с разукрупнением предприятий сборного железобетона, применением новых технологий и материалов.

Основными факторами эффективности строительного производства являются:

- инновационные технологии, базирующиеся на использовании быстромонтируемых конструктивных систем,
- минимальный по продолжительности период создания объектов от начала проектирования до ввода в действие;
- переход от типового к целевому вариантному проектированию на конкурентной основе с использованием компьютерных технологий;
- повышение надежности и энергоэффективности жилых, общественных и промышленных зданий.

Совершенствование конструктивных решений полносборных зданий и использование автоматизированных гибких технологий заводского производства сборных конструкций способствует повышению конкурентоспособности с другими технологиями. Современное полносборное строительство идет по пути увеличения массы конструкций, укрупнения монтажных единиц в условиях строительной площадки, использования объемных блоков полной заводской готовности, развития комплектно-блочного метода возведения зданий и сооружений. Наибольшие достижения получены в области многоэтажного крупнопанельного домостроения, где существенно улучшены архитектурно-планировочные решения, повышена комфортность квартир и энергоэффективность зданий.

С развитием рыночных отношений и улучшением экономического состояния страны сборное строительство непременно займет должное положение в строительном производстве.

# ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

## 1.1. Общая часть

Современные технологии должны обеспечивать производство строительной продукции, создающей благоприятные условия жизнедеятельности населения. Строительные нормы и правила Российской Федерации определяют, что под термином «строительная продукция» следует понимать законченные строительством здания и другие строительные сооружения.

Роль технологии в производстве строительной продукции велика. Она определяет, в каком порядке и каким способом должен протекать производственный процесс, основой которого является сочетание трех основных элементов любого производства: трудовых ресурсов (живого труда), материальных ресурсов (предметов труда) и технических средств (средств труда). Поэтому технологию принято считать четвертым элементом производственного процесса.

Производственные процессы, осуществляемые при возведении зданий и сооружений на строительной площадке, называют строительными процессами. Они должны быть между собой связаны единством превращения предметов труда в строительную продукцию - построенные промышленные предприятия, возведенные здания и сооружения различного назначения.

Технология возведения здания или сооружения объединяет простые и сложные технологические процессы, различающиеся по основным элементам производства. Эффективность технологий зависит от уровня взаимодействия процессов. Чем выше степень их сочетания, тем эффективнее технология возведения зданий и сооружений.

В зависимости от степени завершения строительства строительная продукция подразделяется на ряд уровней: элемент строительной конструкции, элемент строительной продукции и строительная продукция.

Элемент строительной конструкции является продукцией незаконченного вида отдельных строительных процессов. Она представляет собой элементы частей зданий или сооружения. Примером такой продукции может служить установленная стеновая панель, смонтированные арматурные каркасы и др.

Элемент строительной продукции может быть представлен в виде смонтированных конструктивных элементов, являющихся частью здания или сооружения. Например, фундаменты, стены, перекрытия, подземная часть или этаж здания и др.

Строительная продукция представляет собой готовые к эксплуатации здания и сооружения, а также их комплексы, возведение которых потребовало выполнения многих видов работ.

Производственный процесс, используемый для получения готовой строительной продукции, называется объектным; элемент строительной продукции - специализированным, элемент строительной конструкции - частным.

Для получения указанных уровней строительной продукции технологией возведения зданий и сооружений предусматриваются соответствующие сочетания основных элементов производства продукции, включающие приемы, способы и порядок изменения предметов труда. Факторы, влияющие на эффективность основных элементов производства и их рациональные сочетания, определяют основные принципы современных технологий. Структура уровней строительной продукции и используемые при этом процессы приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Структура уровней строительной продукции и процессы для их производства**

Уровни строительной продукции	Характеристика уровней продукции		Используемые процессы	
	Краткое определение	Примеры продукции	Технологические	Организационно-технологические
Строительная продукция	Законченное строительством здание или сооружение	Жилой дом, школа	Общий	Объектный поток
Элемент строительной продукции	Части зданий, их конструктивные элементы	Фундаменты, подземная часть здания	Комплексные	Специализированный поток
Элемент строительной конструкции	Элементы строительной конструкции	Стеновая панель, арматурные каркасы	Простые	Частный поток

Технологии возведения зданий и сооружений основываются на целом ряде общих принципов, главными из которых являются следующие:

- технология отдельных строительных процессов соответствует современному уровню и позволяет получить строительную продукцию, отвечающую требованиям государственных стандартов и обладающую конкурентоспособностью;
- основным и ведущим строительным процессом является технологический процесс возведения несущих конструкций здания;
- возведение несущих конструкций выполняется таким образом, что позволяет обеспечить геометрическую неизменяемость, пространственную устойчивость и прочность каждой конструктивной ячейки, отдельных частей и здания в целом;
- ведущие процессы осуществляются поточными методами производства работ;
- общестроительные и специализированные работы, сопутствующие ведущему процессу, максимально совмещаются с основным процессом по возведению коробки здания, что экономически обосновано и обеспечивает их непрерывность;
- ведущий строительный процесс осуществляется только в полной технологической увязке с производством всех смежных видов работ, своевременно предоставляя им необходимый фронт работ и создавая условия для механизации работ и повышения производительности труда;
- основным грузоподъемным средством является грузоподъемный механизм, который закрепляется за специализированным потоком;

- комплексная механизация ведущих и основных видов работ предусматривает максимальное использование наиболее производительных машин в две смены и более;
- технологические процессы осуществляются с применением современных средств малой механизации и технологической оснастки, обеспечивающей заданные классы точности возведения конструкций и категории качества поверхностей;
- технологические процессы выполнения строительно-монтажных работ должны обеспечивать требуемый уровень качества продукции, отвечающий всем показателям нормируемых параметров;
- материальные ресурсы (предметы труда), необходимые для производства работ, отвечают параметрам современных технологий;
- конструкции, изделия, полуфабрикаты и материалы поступают на строительный объект повышенной (полной) заводской готовности в строго регламентированный по времени период, определяемый технологической потребностью;
- технологические процессы соответствуют экологическим требованиям и не наносят ущерба окружающей среде;
- технологические процессы в одновременно выполненные циклы объединяются с учетом требований технологических режимов;
- безопасность производства работ.

## **1.2. Нормализация технологий возведения зданий и сооружений**

Нормализовать технологический процесс возведения зданий и сооружений означает подчинить его регламентированным нормам, правилам и стандартам.

В Российской Федерации введена в действие «Система нормативных документов в строительстве». Нормативные требования этих документов являются обязательными. Их применение позволяет обеспечить соблюдение обязательных строительных норм, правил и стандартов. Нормативные документы разрабатываются в интеграционном масштабе в соответствии с требованиями Международной организации по стандартизации ИСО (ISO).

Нормативные документы подразделяются на федеральные, субъектов федерации и предприятий.

К нормативным документам общегосударственного назначения (федеральные) относятся:

СНиП - строительные нормы и правила Российской Федерации;

СНиП - межгосударственные строительные нормы и правила;

ГОСТ Р - государственные стандарты Российской Федерации в области строительства;

СП - своды правил по проектированию и строительству;

РДС - руководящие документы системы.

К нормативным документам субъектов федерации относятся документы территориального назначения:

ТСН - территориальные строительные нормы.

Строительные нормы и правила устанавливают обязательные требования, определяющие цели, которые должны быть достигнуты, и принципы, которыми необходимо руководствоваться в процессе создания строительной продукции.

Наряду с «Системой нормативных документов в строительстве» на федеральном уровне применяют нормативно-технические документы Госстандарта России (ГОС-



ты), нормы, правила и нормативы органов государственного надзора, нормы технологического проектирования министерств.

Государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р) и Госстандарта (ГОСТ) устанавливают требования к группам однородной продукции, характеризующейся общностью функционального назначения, области применения и др.

Государственные стандарты по содержанию можно разделить на три группы:

- на продукцию - 15 видов;
- общетехнические - 6 видов;
- организационно-методические - 3 вида.

**К первой группе** стандартов на продукцию относятся стандарты общих технических требований, общих технических условий, технических условий. Они содержат требования к применяемым материалам, конструкциям, используемым машинам, оснастке, инвентарю, т.е. на материальные ресурсы и средства производства.

**Вторая группа** стандартов регламентирует типовые технологические процессы.

**Третья группа** стандартов определяет требования к технической и проектной документации. Это стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы проектной документации в строительстве (СПДС) и Единой системы технологической документации (ЕСТД). Системы стандартов конструкторской, проектной и технологической документации устанавливают единые правила их выполнения, оформления и обращения, регламентируют понятия и определения терминов, употребляемых при проектировании и производстве продукции.

В соответствии с требованиями вышеуказанных нормативных и нормативно-технических документов производится проектирование проектов производства работ, технологических карт, карт операционного контроля качества, расчеты точности установки строительных конструкций, проектирование технологической оснастки и т.д.

Значительное влияние на технологию возведения зданий и сооружений оказывают требования нормативных документов органов государственного надзора, главной задачей которых является защита интересов государства и потребителей строительной продукции.

**Гостехнадзор** устанавливает требования в части установки и обеспечения безопасности при эксплуатации всех типов кранов, подъемников, талей, сменных грузозахватных органов (крюк, рейфер и т.п.), съемных грузозахватных приспособлений (стропы, траверсы, клещи), навешиваемых на крюк грузоподъемной машины, тару. Требованиями Госгортехнадзора определяется вертикальная и плановая привязка кранов, подъемников и др. средств механизации, что влияет на расчетное количество и размеры захваток, а также сменность работы.

**Органы госпожарнадзора** устанавливают правила пожарной безопасности, которые необходимо соблюдать при проектировании документации на производство работ и при возведении зданий и сооружений. Нормами госпожарнадзора регламентируются: последовательность монтажа зданий в части лестничных клеток; производство сварочных работ, применение горючих материалов; устройство лесов, деревянной опалубки, производство кровельных работ, складирование материалов, просушивание помещений, устройство временных дорог.

**Органами санитарного надзора** устанавливаются нормы и правила, которые необходимо учитывать при проектировании технологий и при производстве работ в части создания здоровых и гигиенических условий труда на всех этапах возведения здания.

Кроме указанных позиций, на технологию возведения зданий оказывают влияние нормативные документы, регламентирующие транспортные процессы: Правила дорожного движения, Правила эксплуатации железных дорог, Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом, Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением и другие.

Территориальные нормативные документы (ТСН) не дублируют и не противоречат строительным нормам и правилам и государственным стандартам. Они учитывают специфику отрасли определенного субъекта федерации или разрабатываются на технологические процессы с применением новых материалов, изделий, машин.

Нормализация технологии возведения зданий и сооружений предусматривает использование не только нормативных документов. Одним из главных требований технологического процесса является высокий технико-экономический уровень, стабильность производственных показателей, его конкурентоспособность, что позволяет получить уровень качества продукции, предусмотренный параметрами проектной документации. Для этой цели применяются различные организационно-технологические документы (пособия, рекомендации, карты), которые носят рекомендательный характер и отражают региональные особенности производства работ.

Требования технологических карт, инструкций, пособий, рекомендаций имеют большое значение и во многих случаях оказывают решающее влияние на технологию возведения зданий и сооружений.

### **1.3. Технологические режимы**

В технологических процессах протекают те или иные физические, физико-химические, химические, гидро-механические, механические и другие процессы, обладающие соответствующими параметрами, которые устанавливают распорядок действий и условия работы - технологические режимы.

В технологиях возведения зданий и сооружений указанные режимы рассматриваются не в отрыве друг от друга, а в определенной совокупности. Требуется такое сочетание указанных параметров, которое позволяет регулировать общий процесс возведения здания с сохранением основных принципов технологий - непрерывности производства, интенсивности труда, необходимых режимов труда и безопасных условий работы. При этом, необходимо учитывать рациональное использование времени, энергетических, материальных и трудовых ресурсов, так как многие из протекающих процессов вызывают необходимость устройства технологических перерывов для набора прочности, сушки поверхностей, регулирования температурного режима.

Главными параметрами технологических режимов при возведении зданий и сооружений являются:

- температурные пределы применения материалов;
- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- жизнеспособность технологий в зависимости от температуры воздуха;
- эксплуатационные режимы машин.

Некоторые из указанных параметров технологических режимов могут носить постоянные характеристики в течение всего технологического процесса, а другие - только на определенный период времени.

На рис. 1.1 приведена принципиальная схема влияния температуры окружающей среды на энергозатраты и продолжительность выполнения отдельных видов строительно-монтажных работ. Как правило, переход в зону отрицательных температур приводит к скачкообразному изменению энергозатрат, повышению продолжительности работ, а иногда и к возникновению технологических перерывов. Реагирование технологий на изменение температурных параметров наиболее ощутимо при использовании процессов, требующих ограничений технологических регламентов. К ним относятся производство бетонных, отделочных, кровельных и др. видов работ. Как правило, технологии производства работ в экстремальных условиях требуют значительных затрат на организацию инструментального контроля качества работ, а также удорожание работ за счет обеспечения требуемых технологических режимов.

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха регламентированы не только многими техническими условиями на материалы, изделия и конструкций, но и санитарными нормами. Например, внутри здания в зимний и переходные периоды года температура должна составлять  $+8...15^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность от 50 до 60%, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с. Одни технологические процессы допускаются выполнять при температуре воздуха не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ , другие до  $-20^{\circ}\text{C}$ , некоторые технологические процессы допускаются при пониженной влажности материала и т.д. Для создания необходимых условий требуются дополнительные затраты на материалы, энергетические и трудовые ресурсы или технологические режимы вызывают перерывы в работе, что увеличивает продолжительность возведения зданий и сооружений.

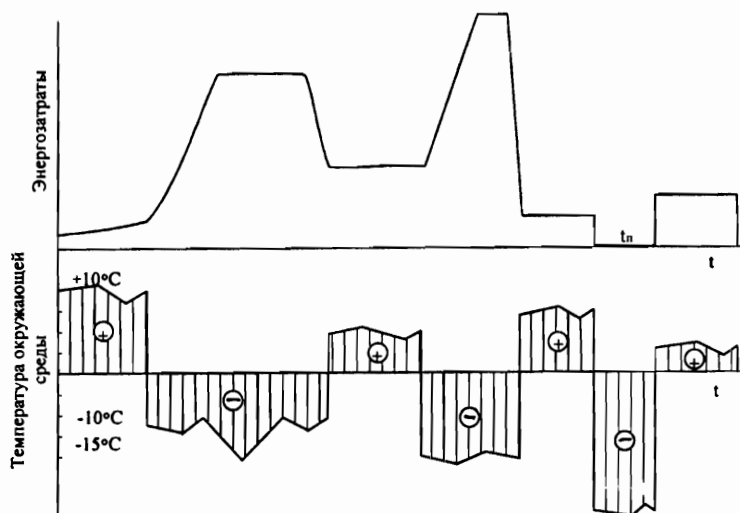


Рис. 1.1. Влияние температуры окружающей среды на энергоёмкость и продолжительность технологических процессов.  $t_n$  - продолжительность технологических перерывов

Режимы работ машин, механизированного инструмента и других средств производства также регламентированы. Их параметры и характеристики содержатся в паспортах и технических условиях, которые учитываются при проектировании механизации работ и сравнении различных вариантов технологии производства работ.

Технологические режимы оказывают существенное влияние при определении технологических циклов возведения зданий.

#### **1.4. Параметры технологического процесса возведения здания и сооружения**

Производственный процесс возведения здания или сооружения является совокупностью отдельных частных и комплексных технологических процессов. Он, как и отдельные строительные процессы, протекает в пространстве и во времени.

Пространственными параметрами является фронт работ, состоящий из участков, захваток и участков, где организовываются рабочие места бригад, звеньев или отдельных рабочих. Они определяют технологическую структуру производственного строительного процесса.

Организация строительного процесса в пространстве обеспечивается разделением объемного пространства возводимых зданий и сооружений на участки и захватки, на которых бригады или звенья рабочих в необходимой технологической последовательности выполняют строительные процессы.

Участками называют часть здания и сооружения, в пределах которых существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы и технические средства. В качестве участков принимают температурные блоки одноэтажных промышленных зданий, секции жилых зданий, этаж многоэтажных зданий и т.п.

Захватками называют часть зданий и сооружений, в пределах которых повторяются одинаковые комплексы строительных процессов. Они характеризуются примерно равными трудоемкостью, составом и количеством строительных процессов, а также продолжительностью их выполнения. В качестве захваток может быть принята секция жилого дома, этаж, группа сборных элементов части этажа, объединенных в каркас, стеновое ограждение из сборных конструкций или мелкоштучных элементов и др. Фронт работ на захватке должен быть достаточным для одновременной работы звена или бригады рабочих.

Строительные процессы на захватках и участках должны совмещаться во времени, что позволяет снизить продолжительность работ, обеспечив непрерывность производства.

На рис. 1.2 приведен пример разбивки здания на захватки.

Направление развития и функционирования технологических процессов зависит от конструктивных особенностей зданий, методов и технологий производства работ. Оно может осуществляться по вертикально-восходящей или нисходящей схемам (рис. 1.3 А, Б), горизонтальной продольной или поперечной схемам (рис. 1.3 В, Г), комбинированной - горизонтально-вертикально-восходящей и горизонтально-вертикально-нисходящей.

Область рационального использования различных схем развития технологических процессов приведена в табл. 1.2.

Термин «пространственный параметр» общего технологического процесса возведения здания или сооружения имеет несколько другое содержание, чем для отдельного технологического процесса. На его формирование оказывают влияние дополнительные факторы, возникающие при технологической увязке одновременно выполняемых работ

по возведению несущих конструкций, общестроительных и специализированных работ.

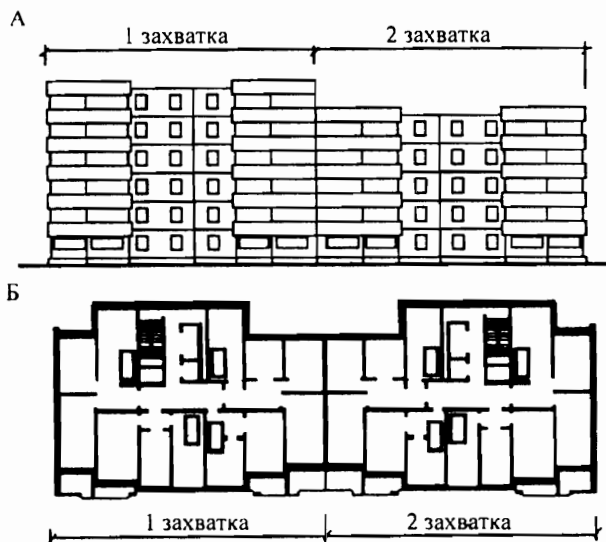


Рис. 1.2. Схема разбивки многоэтажного двухсекционного здания на захватки: А - по высоте в возводимом здании; Б - в плане

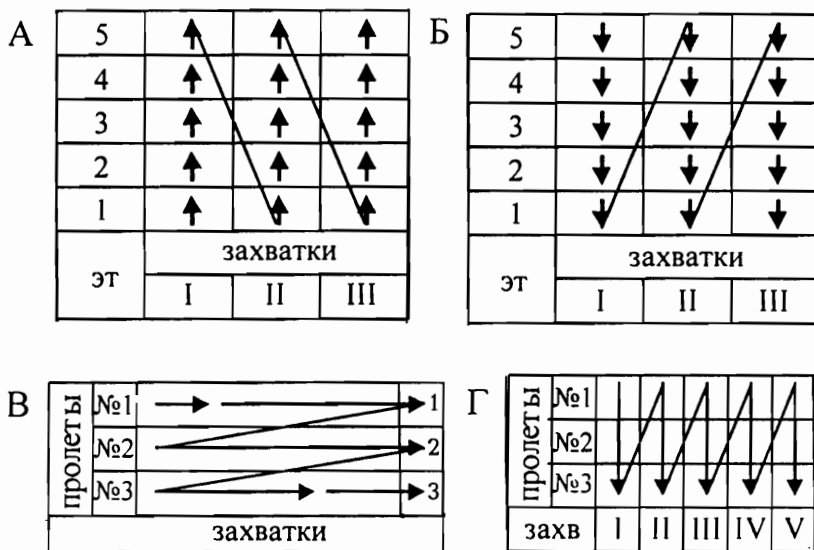


Рис. 1.3. Основные схемы направлений развития и функционирования технологических процессов при возведении зданий и сооружений: А - вертикально-восходящая; Б - вертикально-нисходящая; В - горизонтальная продольная; Г - горизонтальная поперечная

**Направления развития и функционирования технологических процессов при возведении зданий и сооружений**

Основные направления развития технологических процессов и их разновидности		Область распространения
Вертикальное	вертикально-восходящее (рис. 1.3, А)	Возведение промышленных предприятий и инженерных сооружений, выполнение отдельных строительных процессов
	вертикально-нисходящее (рис. 1.3, Б)	Выполнение некоторых строительных процессов при возведении многоэтажных зданий
Горизонтальное	продольное (рис. 1.3, В)	Возведение одноэтажных промышленных зданий; прокладка коммуникаций; выполнение многих строительных процессов: земляные, кровельные и другие работы
	поперечное (рис. 1.3, Г)	
Смешанное (комбинированное)	горизонтальное вертикально-восходящее (рис. 1.3, А, Б, В)	Технологические процессы при возведении многоэтажных зданий
	горизонтальное вертикально-нисходящее (рис. 1.3, Г)	

Временные параметры характеризуют продолжительность процесса возведения здания в целом, отдельных технологических циклов или различных элементов строительной продукции.

Осуществление отдельных строительных процессов можно рассматривать параллельным, последовательным и поточным методами производства работ. Технологии возведения зданий и сооружений основаны на совокупности указанных методов. Как правило, ведущие процессы по возведению несущих конструкций зданий и сооружений выполняются поточными методами, а остальные - параллельно-поточными и последовательными методами. Строительные процессы, осуществляемые до и после ведущего технологического процесса по возведению несущих конструкций здания, обычно имеют пространственные параметры с неодинаковыми характеристиками по количеству захваток, направлению развития процессов, размерам захваток и др. Как правило, они регламентированы только временными параметрами ведущего процесса по срокам завершения процесса, пуска тепла, передачи под монтаж оборудования и др.

Результирующими параметрами технологии возведения зданий и сооружений являются показатели их эффективности - трудоемкость, интенсивность производства, показатели расхода энергетических ресурсов и другие.

### **1.5. Технологичность строительной продукции и технологическая гибкость строительных процессов**

Достижение проектных показателей в процессе возведения зданий, а также при изготовлении на заводах конструкций и изделий в значительной степени зависит от того, в какой мере проектное решение учитывает реальные производственные условия.

Технологичностью строительной продукции называют меру соответствия надежности достижения проектных показателей или приспособленности продукции к способам и технологиям ее изготовления. Она отражается в затратах труда, машинного времени, материальных ресурсов и денежных средств на изготовление, транспортирование и монтаж строительных конструкций. Таким образом, технологичность продукции - это категория, определяющая взаимосвязь продукции, технологии ее изготовления и производства работ.

Каждое конструктивное решение здания обладает присущей ему технологичностью, которая может быть оценена по степени типизации конструкций, их укрупнения и равновесности. Разделяют технологичность строительных конструкций и деталей в процессе их заводского изготовления, транспортирования на строительные объекты, складирования и укрупнительной сборки, монтажа.

При использовании в возводимом здании сборных конструкций заводского производства, технологичность на стадии изготовления будет оказывать существенное влияние на общую технологичность возводимого объекта. Например, в полносборном крупнопанельном жилом доме технологичность заводского производства панелей более чем на 80% определяет общую технологичность. Более полным является комплексный показатель технологичности, учитывающий стадии заводского изготовления, транспортирования и монтажа. Так, трудоемкость изготовления объемных блок-комнат на стадии заводского производства компенсируется степенью заводской готовности, составляющей до 85%, что повышает общий показатель строительной технологичности. Сложность транспортирования блоков компенсируется упрощенностью монтажа, сокращающей сроки возведения зданий, и др.

Технологичность определяется сопоставлением показателей сравниваемой конструкции с типовой, либо сравнением вариантов новых конструкций между собой. Коэффициент технологичности численно равен:

$$K_T = 1 + \frac{\Delta C}{C_3},$$

где  $\Delta C$  - увеличение или уменьшение расчетной стоимости возведения здания по сравнению с эталонным образцом;  $C_3$  - стоимость возведения эталонного варианта.

$$C_3 = C_m + C_p + C_{н.р}, \quad \Delta C = C_3 - C,$$

где  $C_m$  - расходы на механизацию процессов;  $C_p$  - стоимость рабочей силы;  $C_{н.р}$  - сумма накладных расходов;  $C$  - стоимость возведения рассматриваемого варианта.

При значениях  $K_T > 1$  вариант считается более технологичным.

Соотношение показателя технологичности и полной себестоимости будет правомерным, если во всех сопоставляемых вариантах конечная продукция имеет одинаковые потребительские качества. При анализе технологичности следует учитывать затраты, связанные с повышением качественных показателей.

Для оценки транспортной и монтажной технологичности необходимо проанализировать средства транспортирования и монтажа строительных конструкций, технологию производства работ, габариты и массы монтажных элементов, т.е. установить перечень наиболее существенных факторов, влияющих на технологичность.

При количественной оценке транспортной технологичности учитываются степень использования погрузочного крана и транспортных средств, подверженность изделий повреждениям в результате выполнения складских и транспортных операций и дополнительные затраты на их ликвидацию.

Частными показателями технологичности служат ряд коэффициентов, оценивающих количественную связь между трудоемкостью операций, процессов, расходом материалов, средств труда и принятыми конструктивными решениями сборных элементов. Так, показатели монтажной технологичности зависят от характера разрезки здания на монтажные элементы, степени их крупности и типа узловых соединений.

Оценка технологичности зависит от массы и габаритов монтируемых элементов и определяется:

коэффициентом равновесности конструкций, который показывает отношение средней массы к максимальной:

$$K_{p.k} = \frac{m_{cp}}{m_{max}} < 1;$$

коэффициентом расчлененности на монтажные единицы, характеризующим крупность монтажных элементов:

$$K_p = \frac{n_y}{n} < 1;$$

коэффициентом укрупнения конструкций, показывающим отношение общей массы сборных элементов  $m_{сб}$  к их количеству  $n$ :

$$K_y = \frac{m_{сб}}{n};$$

коэффициентом блочности конструкций, определяемым отношением массы конструкций  $m_б$ , укрупненных в блоки, к общей массе  $m_{сб}$ :

$$K_б = \frac{m_б}{m_{сб}} \leq 1;$$

коэффициентом заводской готовности, который определяется отношением трудоемкости изготовления  $T_з$  в заводских условиях к общей трудоемкости изготовления  $T_и$ , транспортирования  $T_т$  и монтажа  $T_м$ :

$$T_{з.г} = \frac{T_з}{T_и + T_т + T_м}.$$



Значительное влияние, при прочих равных условиях, отводится технологичности монтажных стыков. Она определяется отношением продолжительности временного закрепления  $T_3$  конструкции к общей продолжительности устройства стыка  $T_{y.c}$ :

$$T_{м.с} = \frac{T_3}{T_{y.c}},$$

или отношением трудоемкости устройства стыка  $T_c$  к общей трудоемкости монтажа конструкций  $T_m$ :

$$T_{м.с} = \frac{T_c}{T_m}.$$

Как следует из приведенных показателей, имеется значительный диапазон технических и технологических решений, обеспечивающих комплексное повышение эффективности возведения полносборных зданий.

Рассмотрим более подробно основные приемы повышения технологичности.

Конструкции крупнопанельных домов характеризуются наличием 210...520 эл./тыс. м<sup>2</sup> площади и большой разницей в массе монтажных элементов. Это приводит к непроизводительному использованию монтажных кранов с коэффициентом грузоподъемности 0,36...0,47.

Уровень технологичности и соответственно повышение производительности кранов может быть достигнуто путем укрупнения монтажных элементов в условиях строительной площадки или изготовления их в заводских условиях. Укрупнение элементов способствует сокращению количества циклов подъема конструкций кранами и снижению себестоимости производства работ. Необходимость увеличения степени укрупнения диктуется большими затратами на эксплуатацию башенных кранов, которые составляют до 20% себестоимости работ по монтажу зданий.

На рис. 1.4 приведены графические иллюстрации зависимости себестоимости монтажа от степени укрупнения (массы) элементов и количества монтажных циклов. Увеличение степени укрупнения приводит к заметному снижению себестоимости производства работ.



Рис. 1.4. График зависимости себестоимости монтажа от степени укрупнения (массы) элементов и количества монтажных циклов: 1 - при максимальной массе элементов до 10 т; 2 - то же, до 7 т

Примерами повышения технологичности конструктивных элементов жилых зданий служат использование объемных и пространственных элементов, к которым относятся сантехнические и кухонные блоки, пространственные лестничные элементы, блоки лифтовых шахт, большеразмерные панели лоджий, крупные стеновые панели и панели перекрытий на комнату. При возведении каркасных зданий используются колонны высотой на 2...4 этажа, плоские и пространственные рамы и др.

Однако процесс укрупнения не должен превышать некоторой массы, так как существенное увеличение приводит к необходимости использования кранов более высокого класса по грузоподъемности, что приводит к скачкообразному увеличению себестоимости работ.

Укрупнение должно осуществляться по двум направлениям: изменение массы укрупненных элементов в пределах одной массовой группы, соответствующей грузоподъемности принятого крана; изменение крупности за пределы массовой группы, при которой необходимо использование крана большей грузоподъемности. Наиболее рациональным является укрупнение в пределах одной массовой группы, когда за счет повышения коэффициента использования по грузоподъемности и сокращения числа подъемов достигается снижение продолжительности работ.

Производительность кранов, занятых на ведущем процессе (потоке) монтажа конструкций, определяется зависимостью, учитывающей составляющие монтажного цикла. В общем виде она может быть представлена следующим образом:

$$P_k = \frac{T \cdot K_{cp} \cdot K_g \cdot q}{T_{\text{ц}}},$$

где  $P_k$  – производительность крана, м<sup>3</sup>/смену;  $T$  – продолжительность смены, час;  $K_{cp}$  – коэффициент использования крана по грузоподъемности;  $K_g$  – коэффициент использования по времени;  $T_{\text{ц}}$  – время монтажного цикла сборных элементов;  $q$  – грузоподъемность крана.

Коэффициент использования крана по грузоподъемности может быть оценен соотношением:

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{P_{li}},$$

где  $q_i$  – масса монтируемых элементов;  $P_{li}$  – грузоподъемность крана при вылете стрелы  $l$ .

Анализ зависимости производительности кранов показывает, что ее повышение может быть достигнуто в результате увеличения  $K_{гр}$  и сокращения продолжительности монтажного цикла  $T_{ц}$ .

Рассчитывая составляющие  $T_{ц}$ , получаем:

$$T_{ц} = t_{стр} + t_{под} + t_{уст} + t_{выв} + t_{вр.к} + t_{оп},$$

где  $t_{стр}$  - время строповки сборного элемента;  $t_{под} = \frac{H}{V_{ср}}$  - время подъема на монтаж-

ный горизонт, численно равное высоте подъема  $H$  на среднюю скорость подъема крюка  $V_{ср}$ ;  $t_{уст}$  - время установки;  $t_{выв}$  - время выверки;  $t_{вр.к}$  - время временного крепления;  $t_{оп}$  - время перемещения крюка с монтажного горизонта до площадки складирования конструкций.

Анализ путей снижения продолжительности монтажного цикла и возведения зданий показывает, что одним из резервов является сокращение наиболее продолжительной составляющей - выверки и временного крепления конструкций в проектное положение. Применение различной технологической оснастки, с помощью которой осуществляется выверка и временная фиксация монтируемых конструкций, способствует снижению затрат кранового времени монтажного цикла. К наиболее эффективным следует отнести систему подкосов, горизонтальных связей, одиночные и групповые кондукторы. Применение кондукторных систем позволяет не только снизить монтажный цикл, но и способствует повышению точности установки элементов в проектное положение. Использование прогрессивных кондукторных систем позволяет исключить из состава цикла работы крана операцию выверки элементов. В ряде случаев за счет этого достигается повышение производительности на 30...40%.

Сокращение продолжительности и трудоемкости монтажного цикла может быть достигнуто при использовании новых технических решений.

Существенно сократить время строповки конструкций удастся за счет применения саморазгружающихся контейнеров с расположением элементов в порядке строгой очередности их установки в проектное положение, а также путем использования автоматических грузозахватных средств.

Оснащение монтажных кранов системой автоматического адресования груза при использовании координатно-шаговых систем обеспечивает производство монтажных работ с дистанционным управлением. Благодаря ликвидации ручных операций по наведению и установке сборных элементов в проектное положение монтажный цикл сокращается в 2,0...2,5 раза.

Применение манипуляторов и др. автоматизированных систем является перспективным направлением в индустриализации полносборного строительства.

Качественная и количественная характеристики эффективности производства работ полносборного домостроения с применением различных конструктивных элементов заводского производства приведены на рис. 1.5. Динамика изменения трудозатрат на строительной площадке свидетельствует о преимуществах крупнопанельного и объемно-блочного домостроения, когда с повышением крупности элементов достигается резкое снижение трудоемкости и продолжительности работ.

Другим, не менее важным показателем взаимосвязи технологии и технологичности, является технологическая гибкость производства. Она представляет меру адаптации

технологий к изменившимся условиям и требованиям заводского и строительного производства.

Изменение степени технологической гибкости отражается в распределении затрат производства, связанных с необходимостью изготавливать или использовать изменяющуюся продукцию.

Повышение технологической гибкости производственных процессов полностью домостроения включает управляемые технологические процессы на заводах стройиндустрии, транспортно-монтажные и технологические процессы возведения зданий.

В зависимости от принятых конструктивных решений может быть достигнута различная степень их приспособленности к изменчивости продукции, ее адаптационная способность, а следовательно, и показатель, характеризующий уровень технологической гибкости.

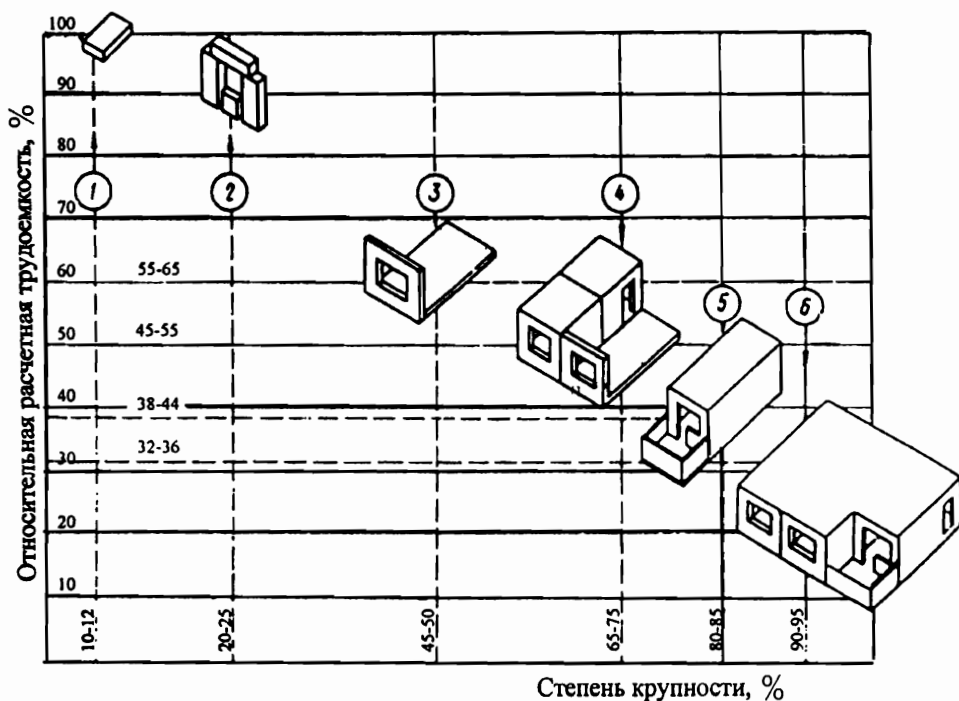


Рис. 1.5. Относительная трудоемкость возведения сборных зданий различных конструктивных решений: 1 - жилые дома из кирпича (трудоемкость принята за 100%); 2 - крупноблочные жилые дома; 3 - крупнопанельные; 4 - крупнопанельные с объемными блоками санузлов и кухонь; 5 - дома из объемных блоков «на комнату»; 6 - дома из блок-квартир и блок-секций

Изменение архитектурно-планировочных и конструктивных решений требует соответствующего изменения технологии заводского и строительного производства. При этом в более сложном положении находится заводское производство, так как любое изменение номенклатуры изделий требует значительных капиталовложений в трансформацию оборудования, машин и механизмов.

Строительное производство в меньшей степени реагирует на изменения такого рода, так как сами средства производства (монтажные краны, технологическая оснастка и др.) являются универсальными и имеют широкий диапазон по грузоподъемности, высоте подъема крюка и вылету стрелы. При этом технология производства работ не претерпевает существенных изменений.

В то же время изменение конструктивно-технологических решений приводит к необходимости применения принципиально новых технологий. К таким решениям можно отнести возведение зданий методом подъема этажей и перекрытий, сборно-монолитное строительство с применением универсального безбалочного каркаса, возведение каркасных зданий с предварительно напряженными элементами и др.

Технологическая гибкость строительного производства менее чувствительна к конструктивным изменениям, однако в ряде случаев требует принципиально нового оборудования и средств механизации.

Рассмотрение технологической гибкости оборудования транспортных и строительных организаций имеет значение только в оценке повышения приспособленности к переходу объектов одного типа к другому, имеющему принципиальные отличия по габаритным характеристикам, типам конструкций и способам их возведения.

## **1.6. Организационно-технологическая надежность строительства**

Исследование влияния многочисленных и разнообразных случайных производственных факторов на процесс возведения зданий возможно только на основе применения вероятностно-статистических методов и соответствующих моделей. Влияние случайных факторов, дестабилизирующих производство работ, проявляется в изменении параметров времени от детерминированных значений, отклонении интенсивности производства строительного-монтажных работ. К случайным факторам можно отнести климатические, социальные, технические и др. группы, которые, как правило, проявляются не каждый в отдельности, а в совокупности. Учет влияния всех случайных факторов на производство строительного-монтажных работ позволяет устранить причины отказов и повысить надежность взаимосвязанных строительных процессов.

В отличие от технических систем, отказ в которых приводит к прекращению функционирования устройства или конструкции, в строительном производстве природа отказов несколько иная. Отклонения от запроектированного хода работ, вызванные отказами в строительном производстве, приводят к нарушению сроков выполнения работ, но не прекращают деятельности строительной организации, строительного потока или бригады.

Возможно представление об отказе как о событии, изменяющем результат деятельности строительного подразделения. При этом повышение надежности осуществляется путем оптимизации технологии и организации строительного-монтажных работ.

Представление о надежности строительного производства как о надежности результатов деятельности, является основным принципиальным отличием организационно-технологической надежности от надежности технических систем.

**Технологическая надежность** строительного производства представляет собой способность строительных процессов сохранять свои параметры в заданных пределах при конкретных условиях производства.

**Организационная надежность** - это способность организационных решений по возведению объектов строительства с заданной вероятностью обеспечить получение запланированного результата функционирования строительного потока в условиях случайных воздействий, присущих строительному производству. В качестве организационных факторов выступают снабжение ресурсами, правила их взаимодействия и необходимые ограничения.

В основу организационной надежности заложена способность организационных решений увязывать выполнение строительных процессов, чтобы в случае возникновения отклонений было обеспечено их функционирование. При этом общие сроки производства работ не должны превышать расчетных значений. Организационная надежность базируется на технологической, которая должна обеспечивать бесперебойное функционирование строительных процессов и при воздействии случайных факторов не выходить за определенные пределы.

При анализе функционирования строительных процессов можно отметить отклонения фактических параметров от детерминированных, установленных в технологической карте, графике производства работ или другом документе проекта производства работ. Это отклонение представляет собой технологический отказ.

**Технологический отказ** - полное или частичное прекращение функционирования строительного процесса, вызывающее отклонение от запланированных показателей или расчетных параметров. Характерными для строительного производства являются частичные отказы, которые самоустраиваются в процессе производства работ или ликвидируются соответствующими службами строительного-монтажной организации.

**Организационный отказ** представляет собой событие, в результате которого нарушаются установленные сроки выполнения запланированных объемов работ или ввода объекта в эксплуатацию. За характеристику организационного отказа может быть принята продолжительность простоев или отклонения интенсивности строительных процессов от запланированных. При правильно рассчитанном поточном производстве работ плановый резерв  $R_n$  времени должен быть более суммы продолжительности отказов на каждом  $i$ -ом строительном потоке или процессе  $\theta$ :

$$\theta = \sum_{i=1}^n \xi_i < R_n,$$

где  $R_n$  - плановый резерв времени, представляющий собой разность между максимальной возможной и оптимальной продолжительностью работ;  $\xi_i$  - продолжительность отказов при выполнении строительных процессов.

Причины возникновения отказов могут быть следующими:

- технические - поломка грузоподъемных машин, механизмов, транспорта, выход из строя инженерных сетей, низкое качество конструкций и материалов, а также выполнения работ;

- технологические - нарушение принятой технологии, устранение брака, нарушение правил техники безопасности, появление незапланированных видов работ и т.п.;

- организационные - срыв сроков подготовки площадки или фронта работ, несвоевременное обеспечение проектной документацией, отсутствие сборных деталей и материалов, изменение технологической последовательности работ и др.;

- управленческие - нарушение производственной связи, ошибки планирования и управления, несвоевременное принятие решений и др.;
- социальные - невыполнение производственного задания, невыход или опоздание на работу исполнителей, низкая квалификация исполнителей, необеспеченность рабочих нормальными бытовыми условиями и др.;
- климатические - ветер свыше 6 баллов, атмосферные осадки, низкие температуры, стихийные бедствия и др.

К основным критериям и показателям надежности строительного производства могут быть отнесены следующие. Вероятность безотказной работы в период функционирования строительного потока, обеспечивающая выполнение работ без отказов в заданный срок. Средняя наработка на отказ - математическое ожидание наработки процесса до отказа. Интенсивность отказов – среднее число отказов в единицу времени.

Для установления количественных характеристик организационно-технологической надежности производства в жилищно-гражданском строительстве используют различные модели распределения вероятностей отказов. К ним относятся нормальный, Пуассона, экспоненциальный, гамма распределения и др.

Нормальное распределение широко применяют в теории надежности для описания событий, зависящих от многих факторов, каждый из которых слабо влияет на распределение случайного события. По нормальному закону распределяются параметры выработки звеньев и бригад на строительных процессах, продолжительность работ и др.

Плотность распределения для нормального закона записывается в следующем виде

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\tau^2}},$$

где  $a = M[x]$  - математическое ожидание;  $\tau^2 = D[x]$  - дисперсия распределения.

Кривая плотности распределения  $f(x)$  (рис. 1.6) симметрична относительно математического ожидания и максимальное значение равно  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ .

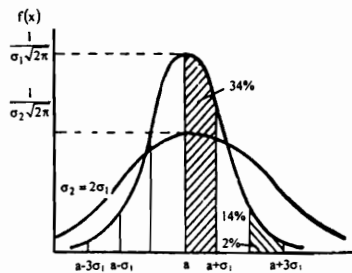


Рис. 1.6. Гауссовский закон распределения вероятностей

Вероятность появления отказа в этом случае определяется как:

$$P(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{\tau - \sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\tau^2}} dx,$$

или

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi\left[\frac{\beta - \alpha}{\tau}\right] - \Phi\left[\frac{\alpha - a}{\tau}\right].$$

Распределение Пуассона чаще всего используется для определения вероятности дискретных событий. Если независимые события следуют со средней частотой  $\lambda$  за время  $t$ , то вероятность появления отказов на монтаже зданий в смену, сутки, месяц или число отказов, связанных с выходом из строя башенных кранов, несвоевременной доставкой сборных конструкций, может быть рассчитана по следующей зависимости:

$$P_m = (\alpha t) \frac{m^{-\lambda t}}{m!}.$$

Графическая интерпретация распределения, подчиняющегося закону Пуассона, представлена для различных  $\lambda t$  на рис. 1.7.

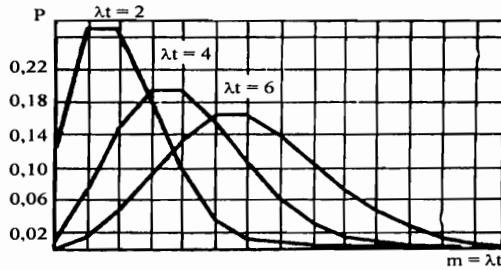


Рис. 1.7. Пуассоновский закон распределения вероятностей

В зависимости от условий производства работ возможно применение биномиального, бета, гамма и др. распределений при оценке надежности строительного производства.

Статистическая обработка результатов наблюдений по оценке суточной интенсивности монтажа элементов крупнопанельных зданий представлена в виде гистограммы, графиков фактического и теоретического распределения вероятностей. Результаты статистической оценки интенсивности возведения (монтажа) надземной части крупнопанельных зданий аппроксимируются кривой, близкой к нормальному закону распределения (рис. 1.8). Учет вероятностных характеристик интенсивности монтажа строительных конструкций позволяет более точно спроектировать продолжительность ведения работ и осуществить взаимосвязь различных строительных потоков.

При возведении жилых зданий из объемных блоков заводской готовности интенсивность монтажа (рис. 1.9) и отказов наиболее точно аппроксимируется распределением Пуассона или усеченного нормального закона.

Количественные показатели надежности позволяют рассчитать уровень организационно-технологической надежности в конкретных условиях производства работ. Вероятность безотказной работы строительного потока может быть определена по продолжительности простоев, по интенсивности производства работ или выработке. Прогнозирование этих показателей позволяет учесть комплекс случайных факторов, существенно влияющих на продолжительность производства работ, и по возможности принять решения, снижающие их воздействие.



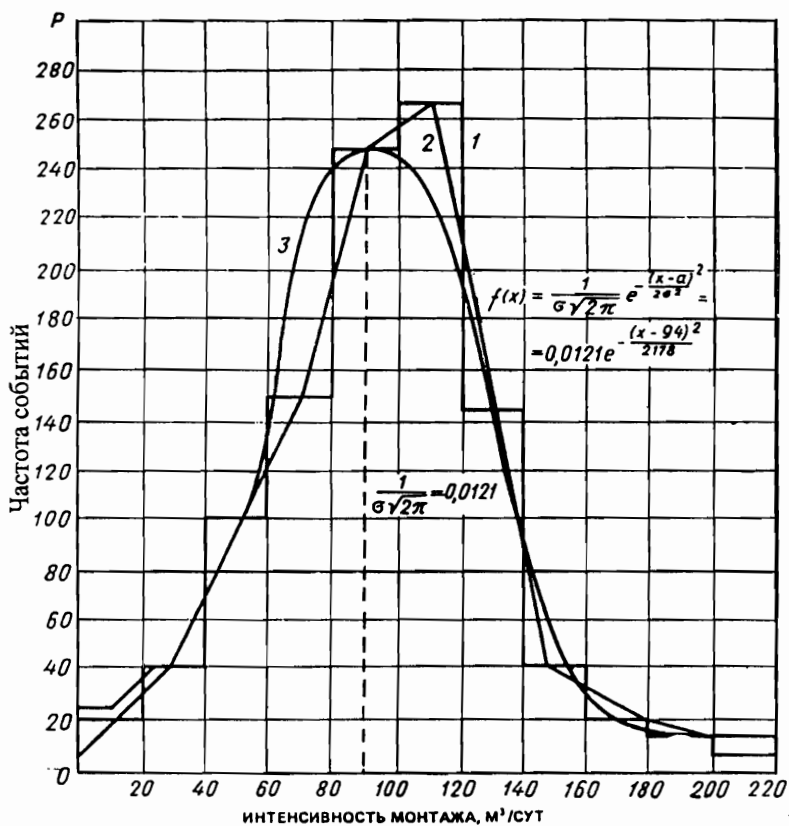


Рис. 1.8. Гистограмма (1) и графики фактического (2) и теоретического (3) распределения вероятностей интенсивности монтажа крупнопанельных зданий



Рис. 1.9. Гистограмма (1) и теоретическая кривая (2) распределения вероятностей интенсивности монтажа объемно - блочных зданий

Особое влияние на организационно-технологическую надежность оказывают методы и технологии производства работ, уровень ресурсного обеспечения, состояние технических средств и простой машин.

Графики некоторых обобщенных характеристик и параметров строительного производства от уровня организационно-технической надежности (ОТН) приведены на рис. 1.10. С увеличением количества ресурсов, участвующих в возведении объекта, возрастает уровень ОТН. При этом имеется определенная количественная связь, начиная с которой увеличение ресурсов не способствует повышению уровня организационно-технической надежности и эффективности строительного производства.

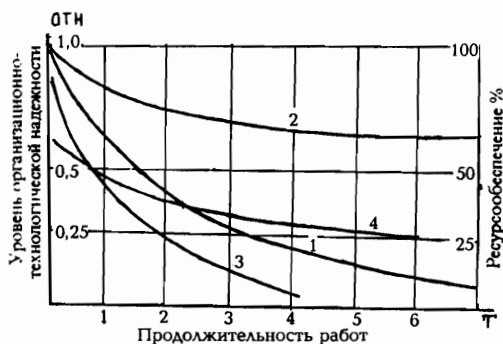


Рис. 1.10. Графики зависимости организационно-технологической надежности от: 1 – ресурсообеспечения; 2 – работы машин и механизмов; 3, 4 – методов производства работ – совмещенный (3), раздельный (4)

Определяющее влияние на уровень ОТН оказывает характер работы машин и механизмов ведущего строительного процесса. Простои машин из-за поломок или несвоевременной доставки конструкций и материалов приводят к снижению уровня ОТН и, как следствие, к увеличению продолжительности работ.

Существует определенная область возможных продолжительностей производства работ в зависимости от методов их выполнения. Более высокий уровень организационно-технологической надежности достигается при совмещенных (поточных) методах производства работ.

Для каждого объекта существует рациональное распределение ресурсов во времени, изменение которых приводит к сокращению срока строительства за счет удорожания стоимости объекта, либо к увеличению продолжительности возведения, что также приводит к ухудшению экономических показателей.

## 1.7. Математическое моделирование технологии монтажа конструкций

Основная цель разработки оптимизационных моделей состоит в определении условий непрерывного процесса монтажа элементов зданий с целью создания ритмичных потоков, близких к конвейерной схеме производства работ, с учетом случайных воздействий на продолжительность составляющих процессов. В качестве критериев оптимизации принимается себестоимость производства работ с учетом факторов простоя монтажных кранов или образования очереди из транспортных средств по доставке сборных конструкций или объёмных блоков, времени обслуживания по укрупненной сборке и т. п. Данная методика моделирования технологических процессов приемлема при возведении зданий из объёмных блоков, крупнопанельном строительстве, возведении из укрупненных элементов, а также в условиях стесненности строительной площадки, когда наиболее рациональной схемой является монтаж с транспортных средств.

**Модель с двумя кранами и доставкой объемных блоков под монтаж автотранспортными средствами.**

В математическом плане постановка задачи состоит в рассмотрении системы, включающей два прибора (крана) и входной пуассоновский поток заявок (доставка монтажных элементов автотранспортом) с интенсивностью  $\lambda$ . Время обслуживания представляет собой цикл установки элемента, который включает строповку, подъем, перемещение и установку в проектное положение с устройством временных и постоянных связей и креплений. Этот параметр обозначим через  $\mu^{-1}$ .

Время обслуживания заявки (монтажного цикла) каждым краном требует экспоненциального распределения времени с параметром  $\mu$ . Поступающая заявка (доставка объемных блоков) немедленно направляется на свободный прибор (кран). Если оба крана заняты на выполнении монтажных операций, то транспортные средства образуют очередь. При освобождении любого из кранов на него немедленно направляется заявка (автотранспорт с объемным блоком), стоящая в очереди.

Стоимость простоя крана (прибора) в единицу времени равна  $C_1$ , а стоимость простоя автотранспорта (заявки) в очереди равна  $C_2$ . Требуется найти, при каком  $\lambda$  затраты в единицу времени минимальны.

Состояние системы в момент времени  $t$  может быть описано переменными, имеющими вероятностный характер. Например, вероятность того, что оба крана работают, равна  $P_k$ , и в очереди находится  $k \geq 0$  автотранспортных средств; вероятность того, что один кран простаивает  $P_{-1}$ , вероятность простоя двух кранов -  $P_{-2}$ .

Система дифференциальных уравнений Колмогорова, описывающих данный процесс, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{P}_{-2} &= -\lambda P_{-2} + \mu P_{-1} \\ \dot{P}_{-1} &= \lambda P_{-2} - (\lambda + \mu) P_{-1} + 2\mu P_0 \\ \dot{P}_0 &= \lambda P_{-1} - (\lambda + \mu) P_0 + 2\mu P_1, \\ &\dots\dots\dots \\ \dot{P}_k &= \lambda P_{k-1} - (\lambda + \mu) P_k + 2\mu P_{k+1}. \end{aligned}$$

Стационарное решение этой системы выражается через  $P_0$ .

$$P_{-1} = \frac{1}{\rho} P_0, \quad P_{-2} = \frac{1}{2\rho^2} P_0, \quad P_k \rho^k P_0 \text{ при } k \geq 0.$$

Здесь введено обозначение  $\rho = \frac{\lambda}{2\mu}$ .

Используя условие, что сумма вероятностей  $\sum_{i \geq -2} P_i = 1$ , получаем:

$$P_0 = \left( \frac{1}{1-\rho} + \frac{1}{\rho} + \frac{1}{2\rho^2} \right)^{-1} = \frac{2\rho^2(1-\rho)}{1+\rho}.$$

Известно, что такая система быстро входит в стационарное состояние. Поскольку  $P_i$  - средняя продолжительность времени, которое система проводит в состоянии  $i$ , то стоимость затрат системы в единицу времени  $W(C_1, C_2)$  в стационарном решении равна:

$$W(C_1, C_2) = C_1(P_{-1} + 2P_{-2}) + C_2 \sum_{i \geq 1} iP_i,$$

где  $\sum_{i \geq 1} iP_i = P_0 \sum_{i \geq 1} iP^i = P_0 \frac{\rho}{(1-\rho)^2}$ .

Используя соотношение

$$\frac{\partial W(C_1, C_2, \rho)}{\partial \rho} = 2 \frac{P(\rho^2)}{(1-\rho)^2(1+\rho)^2},$$

оптимальное значение  $\lambda^*(C_1, C_2)$  будет иметь вид:

$$\lambda^*(C_1, C_2) = 2\mu \sqrt{\frac{1}{2} \frac{2C_1 + 3C_2 - \sqrt{8C_1C_2 + 9C_2^2}}{C_1 + C_2}}.$$

Для оценки модели используются численные методы расчета, которые показывают, что при среднем времени установки блока  $\mu^{-1}$  и относительной стоимости единицы времени эксплуатации крана  $C_1 = 1$  возможно получить следующие параметры системы:

- график среднего числа работающих кранов  $2P_{-2}(\rho) + P_{-1}(\rho)$  в зависимости от  $\rho = \lambda/2\mu$ ;
- оптимальную интенсивность доставки блоков  $\lambda^*(C_1, 1)$  при  $C_1 \in [0, 20]$ ;
- значение критерия затрат  $W(C_1, 1)$  при оптимальной интенсивности доставки блоков, соответствующей затратам  $C_1$  на простой крана.

Результаты численных методов расчета для интенсивностей монтажа объемных блоков  $\mu_1 = 2, \mu_2 = 1.5$  и  $\mu_3 = 1$  шт/час показали, что непрерывная работа монтажных кранов будет достигнута при интенсивности доставки, равной соответственно 3.5, 2.7 и 2.2 блоков в час. При этих значениях достигаются суммарные минимальные затраты на механизацию процессов и обеспечивается непрерывный цикл производства монтажных работ.

Значения зависимости вариантов приведены на рис. 1.11

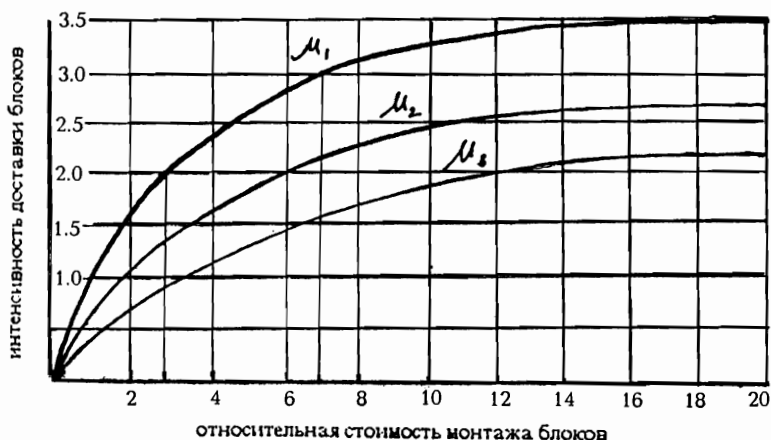


Рис. 1.11. Оптимизация по стоимости интенсивности доставки блоков под монтаж при продолжительности установки  $\mu_1 = 2, \mu_2 = 1.5, \mu_3 = 1$  блок/час

**Организационно-технологическая модель, которая учитывает очередь автотранспортных единиц с блоками при условии, что оба крана заняты на монтажных процессах.**

При длине очереди  $m$  происходит возврат (отказ) автотранспортного средства с объемным блоком. Стоимость отказа составляет  $C_3$ .

При количестве отказов в единицу времени (смену)  $C_3 \lambda P_m$  оптимизационный критерий может быть описан следующей зависимостью

$$W(C_1, C_2, C_3) = C_1(P_{-1} + 2P_{-2}) + C_2 \sum_{i=1}^m iP_i + C_3 \lambda P_m.$$

Выражая критерий через  $\rho$ , получаем

$$W(C_1, C_2, C_3) = C_1 A_1(\rho) + C_2 A_2(\rho) + C_3 A_3(\rho),$$

где

$$A_1(\rho) = \frac{1(1-\rho)(1+\rho)}{1+\rho-2\rho^{3+m}},$$

$$A_2(\rho) = \frac{2\rho^3(m\rho^{1+m} - (m+1)\rho^m + 1)}{(1-\rho)(1+\rho-2\rho^{3+m})},$$

$$A_3(\rho) = 4\mu \frac{\rho^{3+m}(1-\rho)}{1+\rho-2\rho^{3+m}}.$$

При  $m = 0$ , что соответствует системе без очереди, получаем простое соотношение,  $17C_1 < 18\mu C_3$ .

**Организационно-технологическая модель с приборным складом и площадкой для укрупнительной сборки элементов в блоки.** Модель включает заявки двух типов – неукрупненные элементы и укрупненные блоки, приборы двух типов – кран для укрупнительной сборки и монтажный кран.

Заявки первого типа с интенсивностью  $\lambda$  поступают на первый прибор. Он обслуживает каждую заявку экспоненциально-распределенное время с параметром  $\nu$ . После окончания обслуживания заявка превращается в заявку второго типа – укрупненный блок переходит в очередь на обслуживание по второму прибору – монтажному крану. Он обслуживает заявки экспоненциально-распределенное время с параметром  $\mu$ . Суммарная длина очередей к крану по укрупнительной сборке и монтажному крану не должна превышать количество  $\nu$ . Если очередная заявка застает длину очередей больше  $\nu$ , то она относится к зоне отказа (возврата).

Требуется разработать организационно-технологическую модель с минимальными затратами из-за простоя механизмов и возвращения сборных конструкций в результате отказа. Затраты за простой крана по укрупнительной сборке составляют  $C_1$ , за простоям монтажного крана –  $C_2$ , стоимость возврата (отказа) –  $C_3$ .

Состояние системы описывается двумя числами  $j$  и  $i$  – количеством заявок, стоящих в очереди к крану по укрупнению блоков и монтажному крану.

Решение дифференциальных уравнений для вероятности  $P_{ij}$  нахождения системы в состоянии  $(i, j)$  при условии стационарного решения типа

$$P_{i,j} = \frac{\lambda^{i+j}}{\mu^i \nu^j} P_{00}, \text{ при}$$

$$P_{00} = \left( \sum_{\substack{i+j < \nu \\ i, j \geq 0}} \frac{\lambda^{i+j}}{\mu^i \nu^j} \right)^{-1} = \frac{(1-\varphi)(\rho-\varphi)(1-\rho)}{\varphi^{+2}(1-\rho) - \rho^{+2}(1-\varphi) + \rho - \varphi},$$

где  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \varphi = \frac{\lambda}{\nu}$ .

Тогда, вероятность того, что будет простаивать монтажный кран, равна:

$$\sum_{j=0} P_{0,j} = P_{00} \sum_{j=0} \varphi^j = \frac{(1-\varphi^{+1})(\rho-\varphi)(1-\rho)}{\varphi^{+2}(1-\rho) - \rho^{+2}(1-\varphi) + \rho - \varphi};$$

вероятность простоя крана по укрупнительной сборке составит:

$$\sum_{i=0} P_{i,0} = P_{00} \sum_{i=0} \rho^i = \frac{(1-\varphi)(\rho-\varphi)(1-\rho^{+1})}{\varphi^{+2}(1-\rho) - \rho^{+2}(1-\varphi) + \rho - \varphi};$$

вероятность отказа (возврата автотранспорта с блоками на завод) составит:

$$\sum_{\substack{i+j=\nu \\ i, j \geq 0}} P_{i,j} = P_{00} \sum_{i=0} \rho^i \varphi^{\nu-1} = \frac{(1-\varphi)(\rho^{+1} - \varphi^{+1})(1-\rho)}{\varphi^{+2}(1-\rho) - \rho^{+2}(1-\varphi) + \rho - \varphi}.$$

Тогда критерий эффективности может быть оценен следующим соотношением:

$$W(C_1, C_2, C_3) = C_1 \sum_{j=0} P_{0j} + C_2 \sum_{i=0} P_{i0} + C_3 \lambda \sum_{\substack{i+j=v \\ i, j \geq 0}} P_{ij}.$$

Полученные математические модели позволяют оптимизировать технологические процессы монтажа конструкций и провести согласование циклов укрупнительной сборки и монтажа при минимальных затратах с учетом вероятностного характера продолжительности работы монтажных кранов.

## 1.8. Жизненный цикл и конкурентоспособность технологий

Технологию нельзя рассматривать в отрыве хотя бы от одного из основных элементов производства строительной продукции. Научный и технический прогресс носит динамический характер - постоянно появляются новые материалы, изделия, конструкции, машины, совершенствуется малая механизация. Следовательно, претерпевает изменения и технология строительного производства.

Технологию возведения зданий следует рассматривать как сложную технологическую систему, которая имеет свой жизненный цикл - период от начала появления до целесообразности ее дальнейшего использования. Жизненный цикл технологий включает в себя следующие основные этапы: технико-экономическое обоснование на создание, разработку, освоение и использование.

Первые два этапа жизненного цикла технологии требуют капитальных вложений. Следует отметить, что менее 50% вновь созданных технологий получают признание и станут конкурентоспособными. В дальнейшем на третьем этапе наступает освоение технологий, их доработка и функционирование. Период окупаемости переходит в получение прибыли. Продолжительность этого этапа в значительной степени зависит от технического уровня материальных ресурсов и средств производства, а также требований потребителей строительной продукции.

На рис. 1.12 схематически приведены жизненные циклы различных технологий. Они включают период разработки  $t_p$ , освоения  $t_{осв}$ , эффективного использования  $t_{исп}$  и время снижения и потери конкурентоспособности  $t_k$ . Возникновение новых или совершенствование проектных технологий начинается в момент снижения эффективности используемых. Этому способствует увеличение объема исследовательских работ, обеспечивающих выход на более эффективные технологии.

Динамика развития технологий может быть представлена в виде гармонической системы, имеющей различные периоды циклов, определяемых уровнем экономической эффективности. В то же время процесс совершенствования технологий носит циклический характер и зависит от развития технического уровня материальных ресурсов, научных достижений в области материаловедения, конструкций и степени механизации процессов. Как правило, новые технологии не появляются самостоятельно, а являются продуктом комплексного использования научных достижений на данном отрезке времени. На рис. 1.13 приведена динамика развития технологий, которая моделируется системой гармонически изменяемых циклов с различными амплитудами и периодами.

В каждом технологическом цикле имеется, как правило, один ведущий строительный процесс, которому «подчинены» остальные основные и вспомогательные процессы.

Технологические циклы являются важнейшими переделами технологии возведения здания. Они характеризуются не только технологическими связями строительных процессов, но и подчиняют их определенному порядку и продолжительности выполнения. Технологическая структура циклов является одной из главных характеристик технологий, их нарушение означает несоблюдение технологии строительного производства. Завершение каждого цикла создает условия для выполнения последующих работ и приближает к завершению возведение здания или сооружения.

В зависимости от количества циклов в производственном процессе возведения зданий, технологии подразделяются на двухцикличные, трехцикличные и многоцикличные. Обычно принято считать по количеству циклов в надземной части здания. В табл. 1.3 приведена технологическая структура процесса возведения зданий и характеристики технологических циклов.

Параметры технологических циклов являются основой для разработки различной документации по организации и управлению строительством.

Таблица 1.3

**Технологическая структура строительного процесса возведения зданий**

Наименование технологий	Технологические циклы			
	первый	второй	третий	четвертый
Двухцикличная	Возведение коробки здания (стадия готовности под отделку)	Отделочные и завершающие работы		
Трехцикличная	Возведение коробки здания (до стадий общестроительных и специальных работ)	Завершение общестроительных и специальных работ. Монтаж оборудования	Отделочные и завершающие работы	
Многоцикличная (вариант)	Возведение коробки здания (стадия - готовность пуска тепла)	Завершение общестроительных и специальных работ. Монтаж оборудования	Отделочные и завершающие работы	Пусконаладочные работы
Закрытая технология возведения промышленных зданий	Возведение коробки здания с устройством кровли	Устройство фундаментов под оборудование. Общестроительные и специальные работы. Монтаж оборудования	Отделочные и завершающие работы	Пусконаладочные работы
Совмещенная технология возведения промышленных зданий	Монтаж коробки здания и оборудования	Послемонтажные общестроительные и специальные работы. Обязка оборудования	Отделочные и завершающие работы	Пусконаладочные работы
	Возведение коробки здания. Монтаж мостовых кранов	Завершение общестроительных работ. Монтаж оборудования	Отделочные работы. Пусконаладочные работы	



## ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 2.1. Методы возведения зданий и сооружений

Технология возведения зданий включает в себя многочисленные процессы, осуществляемые на строительной площадке

Многообразие конструктивных решений многоэтажных зданий базируется на использовании различных методов и приемов возведения конструкций, обеспечивающих сокращение сроков строительства, повышение качества и надежности зданий и сооружений.

На выбор метода возведения сборных зданий оказывают существенное влияние их конструктивные решения, габариты, масса монтируемых элементов, а также размеры территории постройки или стесненность строительной площадки.

В практике строительства утвердились следующие методы возведения: наращивания, подращивания (подъем этажей и перекрытий), надвижки, поворота, выталкивания и их сочетание.

На рис. 2.1 приведена структурная схема и области применения различных методов возведения полносборных зданий. Она дает представление о взаимосвязи ведущего процесса - монтажа сборных элементов в зависимости от конструктивно-технологических факторов, организационно-технологических параметров, средств механизации и их мобильности, уровня укрупнения монтажных элементов, а также используемой дополнительной оснастки и др. средств.

Так, в зависимости от степени крупности монтажных элементов имеет место элементный монтаж зданий укрупненными плоскими и объемными блоками, этажами и частями зданий.

**Метод наращивания** - это широко распространенный метод, состоящий в последовательном наращивании элементов здания по вертикали и горизонтали снизу вверх. По технике исполнения метод наращивания разделяется на свободный, ограниченно-свободный и принудительный монтаж конструктивных элементов. Это деление связано со степенью использования монтажных приспособлений, обеспечивающих выверку элементов в проектное положение без участия грузоподъемных механизмов.

**Метод подращивания** включает способы подъема перекрытий, этажей или отдельных объемных блоков. Возведение здания методом подъема перекрытий предусматривает изготовление пакета перекрытий на уровне отметки дневной поверхности с последующим подъемом по направляющим в виде колонн и установкой в проектное положение на заданном уровне.

Способ подъема этажей состоит в возведении этажей на перекрытиях с последующим подъемом с помощью специальных средств на проектную отметку.

Разновидностью метода подъема этажей является возведение зданий из объемных блоков, перемещаемых с помощью подъемников по специальным направляющим в виде колонн, стоек и рам. Первоначально осуществляется подъем и установка в проектное положение блоков верхнего этажа. Затем - подращивание блоков остальных этажей.

К факторам, обуславливающим эффективность применения метода подъема этажей и перекрытий, следует отнести проведение значительной части работ на земле, что

обеспечивает повышение производительности труда, качества работ, улучшение условий труда и безопасности производства работ.

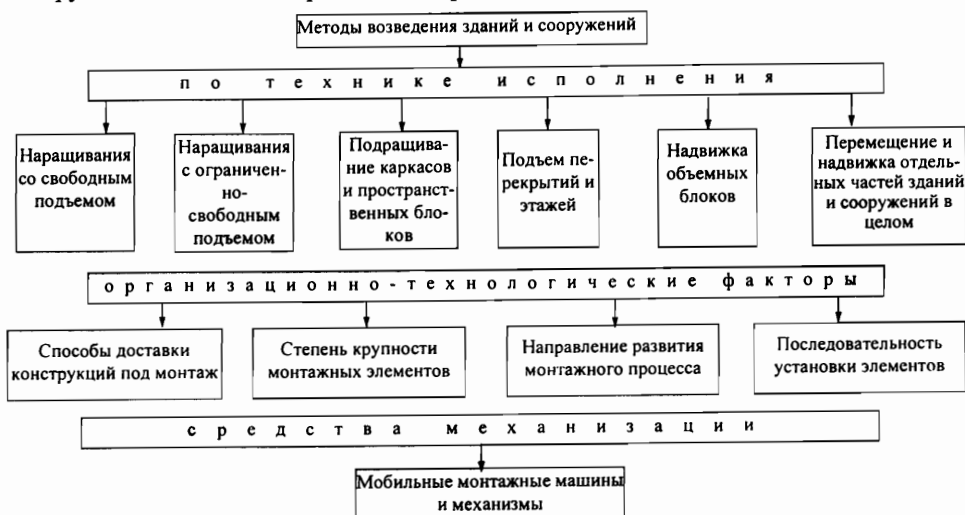


Рис. 2.1. Структурная схема области применения различных методов возведения полносборных зданий

Метод подращивания обеспечивает возведение зданий и сооружений с различными объемно-пространственными и архитектурно-планировочными решениями, что существенно расширяет область применения.

**Метод надвижки** состоит в возведении здания, сооружения или его части на специальной платформе, после чего производится его транспортирование к месту установки на заранее подготовленный фундамент. Данный метод нашел широкое применение при реконструкции промышленных объектов, обустройстве нефте-газовых месторождений в условиях отсутствия дорог и др. случаях.

Более масштабное применение метод надвижки получил при конвейерной системе возведения покрытий одноэтажных промышленных зданий.

**Метод поворота** применяется при возведении частей зданий и сооружений, когда производится монтаж элементов в горизонтальном положении с последующим перемещением в вертикальное положение относительно шарнирной связи с фундаментом или другой заглубленной его частью. Данный метод успешно используется при возведении инженерных сооружений, объектов химических предприятий, опор ЛЭП, а также стеновых ограждений одноэтажных промзданий.

Применение специальных средств механизации расширяет методы возведения зданий и сооружений. Так, использование плавсредств и летательных аппаратов обеспечивает возведение зданий, сооружений или его частей с более высокой степенью укрупнения объемных блоков и их полной готовностью к эксплуатации.

Большое влияние на интенсивность возведения зданий оказывает комплекс организационно-технологических факторов, определяющих направление и развитие монтажных процессов возведения, последовательность установки конструкций, способы их

доставки, уровень организационно-технологической надежности строительных процессов и их взаимосвязи во времени и пространстве.

Приведенные методы характеризуют технологию возведения отдельных конструкций, частей здания или его несущих элементов и дают только общее представление о технологии возведения всего здания или сооружения.

Под каждым из перечисленных методов подразумеваются определенный ведущий и подчиненные ему вспомогательные процессы. Однако, их роль в общем технологическом процессе возведения здания чаще всего ограничена. Следовательно, методы выполнения отдельных видов работ на различных стадиях строительства зданий и сооружений необходимо интегрировать в общую технологическую цепочку производства - технологию возведения зданий и сооружений.

Возведение зданий и сооружений, как правило, включает комплекс работ, связанных с устройством подземной и надземной частей. В зависимости от конструктивно-технологических особенностей, характеристик основания, условий строительства и назначения зданий методы и технологии возведения заглубленной и надземной частей могут существенно отличаться.

## **2.2. Технологии возведения подземной части многоэтажных зданий**

Производственный процесс возведения подземной части здания включает в себя комплекс строительных процессов по устройству оснований, фундаментов и возведению других конструкций, прокладки инженерных коммуникаций на прилегающей территории и в подвале здания. Доминирующая роль принадлежит конструкциям, расположенным ниже нулевой отметки здания.

Технологический цикл возведения подземной части здания на естественных грунтах, как правило, один. Однако, он разбивается на два или более подциклов - в зависимости от гидрогеологических особенностей грунтов и сложности архитектурно-планировочных и конструктивных решений здания. В результате влияния указанных факторов определяют дополнительные ведущие строительные процессы. Они могут предусматривать водопонижение, устройство пригрузки фильтрующих откосов и дна котлована, возведение шпунтовых ограждений, устройство буро-набивных свайных фундаментов и др. Многие из этих процессов могут быть ведущими и образовывать соответствующие подциклы. В самостоятельные подциклы выделяются работы по укреплению грунтов.

*Первый подцикл* предусматривает устройство оснований и фундаментов. Причиной выделения работ по устройству оснований и фундаментов зданий в самостоятельный цикл является та важнейшая роль, которую играют эти части зданий в обеспечении надежности работы несущих конструкций и здания в целом. Почти каждое второе обрушение (аварийное состояние) конструкций, частей и зданий в целом происходит по причине дефектов оснований и фундаментов. Поэтому полное завершение всего комплекса работ по устройству оснований и фундаментов является определенным гарантом их сохранности при выполнении последующих работ.

Общие принципы и технологии возведения подземной части зданий могут быть проиллюстрированы моделью, представленной на рис. 2.2. Она включает и раскрывает технологическую структуру цикла и последовательность выполнения строительных процессов, подциклов.

Ведущим строительным процессом первого подцикла является устройство фундаментов, технологии возведения которых в значительной мере подчинены строительные процессы по созданию оснований.

Устройство оснований на естественных грунтах представляет собой сложный технологический процесс. Он объединяет строительные процессы по черновой отрывке котлована и траншей, добору грунта до проектных отметок, устранению переборов грунта, устройству укрытий от промерзания грунта в зимних условиях. Особое внимание следует обратить на обеспечение сохранности природного сложения грунтов и их физического состояния при разработке грунтов, исключая их размыв, размягчение, разрыхление, разуплотнение и вынос.



Рис. 2.2. Технологические связи строительных процессов нулевого цикла

Устройство оснований должно предусматривать два этапа - черновая разработка и добор грунта до проектных отметок. Для соблюдения перечисленных требований, работы второго этапа производится вручную и непосредственно перед устройством фундаментов.

Предусматривается устройство различных подготовок под фундаменты: песчаной постели толщиной 5...10 см, расщебенки грунта слоем щебня толщиной 5...10 см, бетонной подготовки по песчаному основанию и другие решения.

Работы по возведению фундаментов здания, шахт лифтов, прямиков, устройство армированных поясов, горизонтальной гидроизоляции и других конструктивных элементов выполняются параллельно или последовательно с созданием оснований.

В случае применения свайных фундаментов, производится строительные процессы по их устройству, а также возведению ростверков или монолитных плит. Одновременно производится устройство кольцевого дренажа вдоль фундаментов наружных стен

здания. При этом земляные работы по отрывке траншей осуществляются от низких к более высоким отметкам, а прокладку труб и фильтрующих материалов - в направлении от водоразделов в сторону насосной станции, с тем, чтобы исключить сброс неосветленных вод.

Обратная засыпка пазух фундаментов производится грунтом основания или песком, который уплотняется до  $K_y = 0,95...0,98$  с применением виброуплотняющих машин и механизмов. Следует иметь в виду, что только оптимальная влажность грунтов позволяет получить требуемую плотность без дополнительных операций по удалению излишней влаги или увлажнению грунта. Твердые включения в грунте для обратной засыпки не должны превышать 30 см. Не допускается наличие снега и льда в грунте. Кроме того, температура немерзлого грунта должна сохраниться до его уплотнения.

*Во втором подцикле* выполняются работы по возведению несущих и ограждающих конструкций, расположенных на фундаментах до нулевой отметки здания. К ним относятся внутренние и наружные стены, колонны, перекрытия и др. Иногда указанные конструкции размещаются в несколько этажей (ярусов), что характерно для заглубленных зданий и сооружений. Ведущим строительным процессом этого подцикла является устройство несущих конструкций, которое необходимо осуществлять после окончания работ по устройству фундаментов. Наряду с перечисленными процессами выполняются работы по возведению конструкций лестниц, шахт лифтов, прямиков для ввода и выпуска инженерных коммуникаций, входов, воздухозаборных каналов и др. Наряду с перечисленными ведущими и основными процессами в непрерывную технологическую цепь объединяются работы по сварке арматуры, закладных и накладных деталей, их антикоррозионная защита, бетонирование и замоноличивание стыков, прокладка токопроводов молниезащиты и др.

Ведущий процесс по возведению конструкций подземной части здания подразделяется на две составляющие - возведение стеновых конструкций (вертикальные конструкции) и перекрытия. Это связано с необходимостью рационально решить задачу выполнения трудоемких работ по устройству обратной засыпки и подготовок под полы. После возведения стеновых конструкций (каркаса) выполняются работы по устройству подготовок под полы, а затем перекрытий.

Устройство перекрытия над стеновыми конструкциями создает горизонтальный диск жесткости здания, который совместно с вертикальными несущими конструкциями обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость возведенной части здания. Далее производится вертикальная гидроизоляция стен, устройство пристенного дренажа, а затем обратная засыпка пазух котлована.

Современные здания - сложные инженерные сооружения, создающие благоприятные условия для работы или проживания. Здания оборудованы многочисленными системами коммуникаций, которые принято подразделять на внутренние и наружные.

В технологическом цикле возведения подземной части здания предусматривается прокладка наружных коммуникаций глубокого заложения с устройством вводов-выпусков в здание. Это системы водостоков, канализации, холодного и горячего водоснабжения, отопления и др. При этом прокладка наружных коммуникаций обычно на этом периоде осуществляется только вблизи здания. В дальнейшем в этой зоне будут установлены грузоподъемные краны и подъемники для возведения надземной части здания, организованы площадки для складирования и хранения изделий и материалов.

Начало прокладки инженерных коммуникаций глубокого заложения предусматривают в первом подцикле, а окончание - до устройства вертикальной гидроизоляции стен цокольного этажа.

На рис. 2.3 приведена схема модели технологического цикла возведения подземной части многоэтажного здания.

Технологическая структура цикла		Технологическая последовательность выполнения строительных процессов
1	Устройство оснований	
	1.1 Отырка котлованов	
	1.2 Добор грунта и устройство подготовок под фундаменты	
2	Устройство фундаментов	
	2.1 Устройство фундаментов, примыков, армированных поясов, горизонтальной гидроизоляции и др.	
2.2	Обратная засыпка фундаментов грунтом с трамбованием	
3	Возведение стеновых конструкций	
	3.1 Монтаж (устройство) конструкций стен, примыков, лестниц, входов и др. Заделка стыков, сварка, противокоррозионная защита соединительных и закладных деталей	
3.2	Заделка стыков между конструктивными элементами наружных стен	
4	Устройство оснований и подготовок под полы	
	4.1 Обратная засыпка грунта с трамбованием	
4.2	Устройство подготовки под полы (утрамбованный песок, щебень, бетон, гидроизоляция, защитные стяжки, прижимные плиты и др.)	
5	Монтаж (устройство) перекрытий и заделка стыков примыканий конструктивных элементов	
6	Устройство вертикальной гидроизоляции стен	
7	Устройство кольцевого и пристенного дренажа	
	7.1 Устройство кольцевого дренажа	
	7.2 Засыпка кольцевого дренажа грунтом	
	7.3 Устройство пристенного дренажа	
7.4	Засыпка пристенного дренажа	
8	Обратная засыпка пазух котлована	
9	Прокладка инженерных коммуникаций глубокого заложения	
	9.1 Прокладка коммуникаций	
	9.2 Устройство вводов (выпусков) в здание	

Рис. 2.3. Модель технологии возведения подземной части здания

Она содержит технологическую структуру цикла, состоящую из 9 ведущих и основных строительных процессов, объединенных в единую технологическую цепочку возведения подземной части здания и отвечающих общим принципам технологий возведения здания. Схема может служить основой для проектирования организации и технологии возведения конкретного здания, разработки календарного плана производства работ и другой организационно-технологической документации. В этом случае необходимо, исходя из архитектурно-планировочных и конструктивных решений, объемов работ, а также возможностей фирм-исполнителей работ, определить и привязать пространственные и временные параметры производственного процесса возведения подземной части здания к указанной модели.

### **2.3. Технологии возведения надземной части многоэтажных зданий**

Многоэтажные здания возводятся по двухцикличной, трехцикличной и многоцикличной технологиям.

Решающими факторами при выборе соответствующих технологий являются архитектурно-планировочные решения, конструктивные системы несущих конструкций, применяемые материалы и изделия, а также назначение зданий. Количество и структура технологических циклов полностью зависит от того, каким образом протекает ведущий процесс первого цикла, возведение несущих конструкций (коробки) здания, первоначально или совместно с другими процессами. Нетрудно понять, что чем меньше в технологиях циклов, тем больше различных строительных работ выполняются параллельно по совмещенной технологии. Именно поэтому двух- и трехцикличные технологии имеют наименьшую продолжительность возведения зданий.

По различным причинам, сопутствующие ведущему процессу общестроительные, а также специальные работы очень часто нельзя выполнять параллельно с работами по возведению несущих конструкций здания. Такими причинами являются, главным образом, нетехнологичность строительной продукции и низкая технологическая гибкость строительных процессов.

Низкие показатели технологичности строительной продукции возводимых несущих конструкций зданий не позволяют сочетать общестроительные и специальные работы, что приводит к последовательной схеме производства работ.

Объединение различных процессов невозможно из-за отсутствия необходимого фронта работ вне опасных зон от перемещаемых грузов кранами или других технологических причин, например при однозахватном монтаже конструкций, бетонировании или каменной кладке зданий башенного типа; одновременном возведении несущих конструкций на всех захватках здания, блочном монтаже общественных зданий.

Очень часто каждый из перечисленных факторов является решающим для принятия решения о необходимости выделения в самостоятельный технологический цикл общестроительных или специальных работ.

Для зданий различных конструктивных схем развитие монтажных, специальных и отделочных технологических процессов в пространстве и времени может иметь различные параметры.

На рис. 2.4 приведены варианты функционирования специализированных потоков при возведении крупнопанельных зданий.

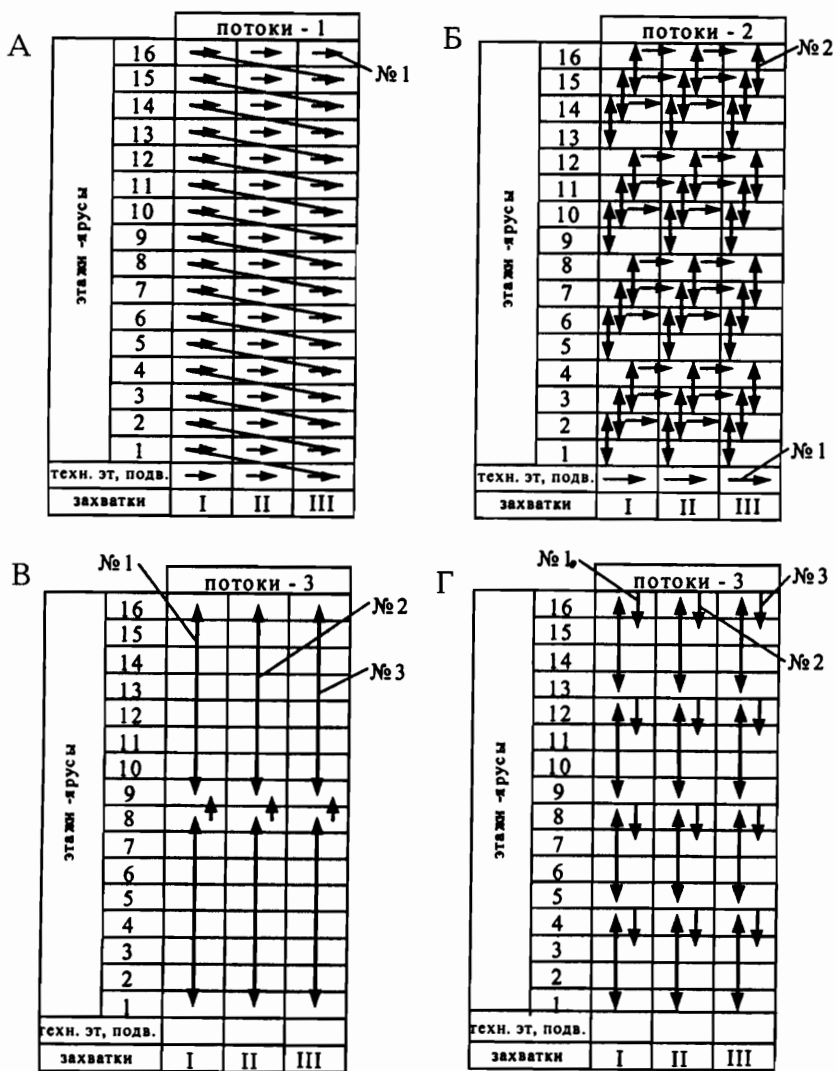


Рис. 2.4. Схемы направлений развития и функционирования монтажных, специальных и отделочных технологических процессов при возведении многоэтажных крупнопанельных зданий; А - горизонтально-вертикальная монтажных работ; Б - смешанная выполнения первого этапа санитарно-технических работ: поток 1 - прокладка магистралей по горизонтальной схеме, поток 2 - монтаж стояков и установка приборов по горизонтально-вертикальной схеме; В - производство отделочных работ тремя потоками по вертикально-восходящей схеме; (двойными стрелками обозначены габариты рабочих ярусов, а простыми - направление развития); Г - отделочных работ по вертикально-нисходящей схеме при возведении зданий по многоциклической технологии



### ***2.3.1. Двухцикличные технологии возведения надземной части многоэтажных зданий***

Двухцикличные технологии возведения надземной части зданий предъявляют высокие требования к архитектурно-планировочным и конструктивным решениям зданий в части послезаводской, транспортной, монтажной и послемотажной технологичности строительной продукции. Такими параметрами обладают здания крупнопанельной конструктивной системы.

Каждый из двух циклов имеет свое назначение. Задача первого цикла - возвести коробку здания и подготовить к выполнению отделочных работ, а второго - завершить все строительные работы.

В первом цикле ведущей работой является монтаж несущих и ограждающих конструкций здания, сварка закладных и накладных соединительных деталей в узлах примыкания конструкций, теплоизоляция, герметизация и замоноличивание стыков ограждающих конструкций, т.е. все процессы по возведению несущих и ограждающих конструкций.

Одновременно выполняются работы по устройству перегородок, установке дверных блоков, конопатка и заделка примыканий вертикальных и горизонтальных конструктивных элементов, установка металлоизделий для устройства ограждений балконов, лоджий, лестничных маршей, устройство подготовок под полы. Выполняется первый этап работ по устройству лифтов и их машинных отделений.

В первом цикле также выполняются первые этапы санитарно-технических и электромонтажных работ.

Первый этап санитарно-технических работ предусматривает монтаж внутренних систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, канализации, внутреннего ливнепровода, пожаротушения, естественной и принудительной вентиляции, дымоудаления. Указанные работы охватывают все здание, начиная от подвального этажа - вводов и выпусков инженерных коммуникаций. Работы этого этапа заканчиваются опрессовкой инженерных систем и пуском тепла. В зависимости от времени года и этажности зданий, пуск тепла может производиться в несколько этапов за счет устройства временных трубных переемычек. Например, с 1 по 8 этаж, с 9 по 17 этаж и т.д. Указанное решение создает нормальные температурно-влажностные режимы для выполнения различных строительных работ по мере возведения здания, не ожидая полного окончания монтажа здания.

Первый этап электромонтажных работ включает прокладку проводов, труб и рукавов по перекрытиям, устройство стояков между поэтажными щитами, раскладку проводов в штрабах и их протяжку в каналах конструктивных элементов, установку распаянных коробок, закладных устройств для установки светильников, установку коробок для выключателей, монтаж поэтажных шкафов и щитов и другие работы на этажах и в подвале здания, а также в помещениях специального назначения - электрощитовых. На первом этапе выполняются работы по установке трубных и закладных изделий слаботочных систем - связи, пожаротушения, оповещения.

Работы первого цикла завершаются выполнением строительных процессов по устройству кровли - пароизоляции, укладки утеплителей, устройству оснований и кровельного покрытия.

Выполнение работ этого цикла подготавливает фронт и создает необходимые условия для выполнения работ второго цикла - отделочных и других работ, завершающих возведение здания.

При двухциклической технологии наиболее трудоемкие отделочные работы, характеризующиеся мокрыми процессами, - штукатурные и подготовка оснований для устройства полов, - выполняются в первом цикле. Крупнопанельные здания характеризуются высокой послезаводской технологичностью поверхностей сборных изделий, так как имеют поверхности в значительной степени подготовленные под окраску (оклейку обоями) или для устройства покрытий полов. В результате объемы штукатурных работ и по устройству подготовок под полы сведены до минимума. Поэтому штукатурные работы носят характер штукатурной обработки мест сопряжения сборных железобетонных изделий, а подготовка основания под полы выполняется в виде полимерной стяжки толщиной в 2...3 мм. Стяжка может выполняться как в первом, так и во втором циклах.

Таким образом, наиболее трудоемкие и продолжительные процессы, требующие выполнения дополнительных работ и затрат по сушке поверхностей выполняются в незначительных объемах и в первом цикле, что позволяет значительно сократить продолжительность возведения здания.

Во втором цикле основными работами являются отделочные, которые включают малярные, плиточные, устройство покрытий полов, столярные, оклейка поверхностей пленочными материалами на тканевой или бумажной основе или обоями и др. Ведущей работой цикла являются малярные, которые выполняются на захватках чаще всего в два этапа: первый - подготовка всех поверхностей под окраску (оклейку обоями) и окраска потолков, второй - «чистая» окраска поверхностей масляной и водоземлюсионной краской или оклейка обоями. Под «чистой» окраской понимается последняя операция этих процессов.

Характер отделки помещений разнообразен и зависит не только от назначения здания. В жилых домах, строящихся по типовым проектам, предусматриваются несколько вариантов отделки. Еще более разнообразен характер отделки зданий общественного назначения, где в больших объемах применяются подвесные потолки различных конструкций, сухие методы отделки стен листовыми и панельными изделиями и материалами, отделка поверхностей мастичными составами, облицовка природным камнем и др.

Второй цикл включает выполнение плиточных и первого цикла малярных работ. После их завершения на захватке приступают к работам по устройству покрытий полов. Завершается отделка помещений выполнением второго этапа малярных и обойных работ.

Параллельно выполняются другие строительные процессы: устройство встроенных шкафов, антресолей, навеска дверных полотен на коробки и др.

Отдельным циклом ведутся работы по наружной отделке фасадов здания. Осуществляется монтаж лифтов.

К работам второго этапа санитарно-технических работ относятся строительные процессы по установке приборов (мойки, ванны, умывальники, унитазы и др.) и запорной арматуры.

На втором этапе электромонтажных работ производится подвеска и навеска светильников, патронов, установка выключателей, розеток, переключение систем здания на постоянное электроснабжение. Одновременно выполняются работы по слаботочным

системам: радиотрансляционной сети, противопожарной сигнализации, диспетчерской связи и др.

Технологические циклы и их структура		Технологическая последовательность выполнения работ		
<b>Первый цикл. Возведение надземной части здания (коробка в стадии готовности под отделку)</b>				
1	Монтаж всех сборных железобетонных конструкций с выполнением сварочных работ и заделкой стыков	—		
2	Устройство оснований и заделки под кровлю (варенная опалубка, укладка утеплителя, устройство стяжки)		—	
3	Устройство кровли			—
4	Герметизация и заделка стыков стен с наружной стороны	—		
5	Установка оконных и дверных блоков	—		
6	Монтаж и электросварка металлоконструкций (ограждение лестниц, балконов и др. )	—		
7	Устройство "легких" перегородок (гипсокартонных и др. )		—	
8	Конопатка (изоляция) вертикальных и горизонтальных стыков и штукатурная обработка мест примыкания сборных конструкций, коробок заполнения проемов.	—		
9	Устройство подготовки под полы, заделка шпорок и технологических отверстий	—		
10	Первый этап санитарно-технических работ	—	—	
11	Первый этап электро-монтажных работ	—	—	
12	Подготовка шахт для монтажа лифтов и подачи кабин	—	—	
13	Установка витражей	—	—	
<b>Второй цикл. Отделочные и завершающие работы</b>				
1	Плиточные работы	—		
2	Устройство полов		—	
3	Малерные и обойные работы			—
3а	Первый этап	—		
3б	Второй этап		—	
4	Наружная отделка	—	—	
5	Столярные работы (устройство шкафов, антресолей, навеска дверных полотен и др.	—	—	
6	Второй этап санитарно-технических работ (испытание системы, установка сантехнической арматуры)	—	—	
7	Второй этап электро-монтажных работ (монтаж с/м слабых токов, установка светильников и др. )	—	—	
8	Монтаж лифтов	—	—	
9	Благоустройство (окончательная вертикальная планировка, устройство дорог, тротуаров, озеленение)			—
10	Пуско-наладочные работы инженерного оборудования, автоматизированных систем пожаротушения, дымоудаления, диспетчерской связи и др.			—

Рис. 2.5. Модель двухциклической технологии возведения зданий

По мере создания фронта работ (завершение наружной отделки, демонтаж подъемников и др.) осуществляются работы по благоустройству территорий вокруг здания: окончательная вертикальная планировка, устройство основания и покрытий дорог и пешеходных дорожек; оград и площадок; установка малых архитектурных форм; озеленение; работы по наружному освещению. Указанные процессы и работы должны быть технологически увязаны между собой и выполняться по захваткам.

Завершается возведение здания пуско-наладочными работами по инженерному оборудованию, автоматизированным системам пожаротушения, дымоудаления, диспетчерской связи.

На рис. 2.5 приведена схема модели двухциклической технологии возведения надземной части многоэтажных зданий, которая дает дополнительную информацию о том, как наиболее часто применяемые процессы в практике строительства интегрируются в общий технологический процесс.

### ***2.3.2. Трехциклическая технология возведения надземной части многоэтажных зданий***

Принципиальное отличие трехциклической технологии от двухциклической заключается в том, что в первом цикле к моменту завершения работ по возведению коробки здания не созданы необходимые температурно-влажностные условия и не подготовлен фронт работ для выполнения отделочных работ. Это означает, что по каким-то причинам параллельно с работами по возведению несущих и ограждающих конструкций здания не выполнялись сопутствующие им общестроительные и специальные работы.

Указанные работы объединяются в новый цикл - второй, целью которого является подготовить здание для производства отделочных работ.

В третьем цикле структура работ аналогична второму циклу двухциклической технологии.

По трехциклической технологии чаще всего возводятся здания каркасной и блочной конструктивных систем, кирпичные здания, здания, возводимые из монолитного бетона. Рассматриваемая трехциклическая технология возведения зданий по сравнению с двухциклической представляет собой более сложные решения по взаимодействию строительных процессов и режимов их выполнения. Во-первых, количество строительных процессов возросло за счет их осуществления на строительной площадке. Во-вторых, технологические режимы их выполнения сопряжены с мокрыми процессами, что требует затрат на высушивание поверхностей.

Приведенная на рис. 2.6 схема модели трехциклической технологии возведения надземной части здания дает общее представление о технологической последовательности выполнения многочисленных строительных процессов.

### ***2.3.3. Многоциклические технологии возведения надземной части многоэтажных зданий***

В многоциклической технологии возведения многоэтажных зданий, кроме традиционных трех циклов, появляются дополнительные циклы, завершающие возведение зданий после окончания отделочных работ и пуска инженерных коммуникаций, а также промежуточные, вызванные дополнительным делением работ второго и третьего циклов.

Технологические циклы и их структура		Технологическая последовательность выполнения работ	
<b>Первый цикл. Возведение несущих и ограждающих конструкций</b>			
<b>Второй цикл. Выполнение общестроительных и специализированных работ ("коробка" в стадии готовности под отделку)</b>			
1	Кровельные работы	—	
2	Герметизация и заделка стыков с наружной стороны стен.	—	
3	Устройство перегородок, установка оконных и дверных блоков	—	
4	Устройство шахт лифтов, систем дымоудаления и вентиляции	—	
5	Монтаж и электросварка металлоконструкций	—	
6	Изоляция внутренних стыков и штукатурная обработка мест примыкания конструкций	—	
7	Пробивка и заделка технологических отверстий. Устройство подготовок под полы.	—	
8	Первый этап санитарно-технических работ.	—	
9	Первый этап электро-монтажных работ	—	
10	Подготовка шахт для монтажа лифтов и подачи кабин	—	
<b>Третий цикл. Отделочные и завершающие работы по возведению здания</b>			
1	Плиточные работы		—
2	Маллярные и обойные работы		—
2а	Первый этап		—
2б	Второй этап		—
3	Устройство полов		—
4	Столярные работы		—
5	Наружная отделка		—
6	Второй этап санитарно-технических работ		—
7	Второй этап электро-монтажных работ		—
8	Монтаж лифтов и технологического оборудования.		—
9	Благоустройство		—
9а	Окончательная вертикальная планировка		—
9б	Устройство дорог и тротуаров		—
9в	Установка малых архитектурных форм		—
9г	Озеленение территории		—
10	Пуско-наладочные работы инженерного оборудования, систем пожаротушения, дымоудаления, диспетчерской связи и др.		—

Рис. 2.6. Модель трехцикличной техноогии возведения зданий

Дополнительные циклы объединяют работы, связанные с монтажом, обвязкой и наладкой технологического оборудования и технологических линий со строительными.

Технологические циклы и их структура		Технологическая последовательность выполнения работ			
<b>Первый цикл. Возведение несущих и ограждающих конструкций</b>					
<b>Второй цикл. Выполнение общестроительных и специальных работ (стадия-готовность-пуск тепла)</b>					
1	Кровельные работы	—			
2	Устройство перегородок, установка оконных и дверных блоков	—			
3	Устройство шахт лифтов, систем дымоудаления и вентиляции	—			
4	Первый этап санитарно-технических работ	—			
5	Первый этап электро-монтажных работ	—			
<b>Третий цикл. Выполнение общестроительных и специальных работ</b>					
1	Штукатурные работы	—			
2	Устройство подготовок под полы	—			
3	Второй этап санитарно-технических работ	—			
4	Второй этап электро-монтажных работ	—			
5	Завершающие общестроительные работы	—			
<b>Четвертый цикл. Отделочные и завершающие работы по возведению здания</b>					
1	Плиточные работы	—			
2	Малярные и обойные работы	—			
3	Устройство полов	—			
4	Столярные работы	—			
5	Наружная отделка	—			
6	Монтаж лифтов и технологического оборудования	—			
7	Благоустройство	—			
7а	Окончательная вертикальная планировка	—			
7б	Устройство дорог и тротуаров	—			
7в	Установка малых архитектурных форм	—			
7г	Озеленение территории	—			
8	Пусконаладочные работы инженерного оборудования, систем пожаротушения, дымоудаления, диспетчерской связи и др.	—			

Рис. 2.7. Модель многоциклической технологии возведения надземной части зданий

Требования, предъявляемые к готовности помещений для монтажа технологического оборудования или технологических линий, в отраслях народного хозяйства и промышленности различны. Наиболее сложное оборудование должно монтироваться только после окончания всех общестроительных, отделочных и специальных работ, так как речь идет не только о механических повреждениях, но и о запыленности, вибрации, температуре, влажности. В качестве примера можно привести возведение зданий АТС (автоматизированных телефонных станций), где четвертым циклом является монтаж и наладка технологического оборудования.

На рис. 2.7 приведена схема модели многоциклической технологии возведения зданий. Она характеризует общий технологический процесс возведения зданий по одному из возможных вариантов многоциклических технологий.

## **2.4. Технологии возведения промышленных предприятий и зданий**

Промышленные предприятия представляют собой сложный комплекс, включающий систему технологически связанных зданий и сооружений.

В его состав входят основные производственные корпуса и сооружения, объекты вспомогательного производственного назначения, внеплощадочные и внутриплощадочные инженерные сети и дороги, специальные сооружения. Кроме того, на площадке промышленного предприятия могут размещаться здания административно-технического и культурно-бытового назначения. Количество указанных объектов зависит от назначения, архитектурно-планировочных и конструктивных решений.

Технологический процесс возведения промышленного предприятия следует рассматривать как сложный процесс, состоящий из производственных процессов возведения отдельных зданий и сооружений.

Для этого объекты предприятия выделяются в отдельные промплощадки со своими инженерными сетями и дорогами. Указанные объекты имеют свои ведущие строительные процессы, подчиненные временным параметрам общего процесса строительства здания. Дальнейшее расчленение сложного строительного процесса позволяет из крупной интеграции получить его образующие - технологии возведения отдельных зданий.

С точки зрения проектирования технологий возведения одноэтажных промышленных зданий характерной особенностью является неоднородность их пролетов. Они различаются по количеству и типам конструктивных элементов: шагу колонн, расположению и объему работ по фундаментам, перегородкам, антресольным этажам; ограждающим конструкциям; технологическому оборудованию; характеру отделочных работ и многим другим факторам.

Ведущим процессом является процесс возведения несущих и ограждающих конструкций. Принимаемые методы возведения каркаса здания и монтажа оборудования в значительной степени определяют содержание технологического процесса возведения здания.

Чаще всего применяются три метода: поэлементный монтаж, комплектно-блочный метод строительства и узловый. Первый метод понятен из его названия.

Комплексно-блочный метод основан на возведении зданий и сооружений из крупных комплектных блоков, изготовленных на заводах или полученных в результате укрупнительной сборки на строительной площадке. Масса таких блоков достигает 200...250 тонн.

Этим методом возводятся как основные производственные здания, так и здания и сооружения вспомогательного назначения - котельные, бойлерные, трансформаторные подстанции, насосные станции водоснабжения и канализации, очистные сооружения и др.

Строительство промышленных предприятий узловым методом основано на разделении общего технологического процесса на законченные автономные узлы, которые допускают опробование и наладку отдельных технологических линий и установок. После полного завершения строительно-монтажных работ на узле переходят на возведение последующих. Таким образом, метод основан на сочетании технологических строительных процессов с технологическим процессом промышленного предприятия.

Тем не менее, главным фактором в определении технологических циклов в технологиях возведения промышленных объектов является монтаж и наладка оборудования (технологических линий) для выпуска продукции.

Технологии возведения промышленных зданий предусматривают три этапа: подготовительные работы, возведение подземной и надземной частей зданий.

В зависимости от отраслевого назначения промышленного предприятия здания возводятся по открытой, закрытой и совмещенным технологиям. При этом возможны три и более основных варианта технологических циклов при возведении надземной части. Подземная часть зданий возводится, как правило, в один цикл. Подготовительные работы чаще всего не включаются в общий процесс возведения промышленных предприятий из-за сложности этих работ, большого их объема и значительной продолжительности выполнения работ.

Принципиальное различие между открытой и закрытой технологиями возведения подземной части зданий заключается в том, что в первом случае наряду с работами по устройству оснований и фундаментов для конструкции здания выполняются эти работы и под технологическое оборудование, а во втором случае только под несущие конструкции здания. Примером возведения подземной части по открытой технологии могут служить сталеплавильные, прокатные и другие цехи промышленных зданий тяжелого типа, где объемы работ по устройству фундаментов под оборудование очень велики.

На рис. 2.8 приведена схема примерной модели открытой технологии возведения подземной части здания, а на рис. 2.9 – модель закрытой технологии.

Ведущими процессами являются возведение фундаментов и других несущих конструкций здания. Параметры этих процессов определяются по методике, общепринятой для отдельных строительных процессов, но с соблюдением регламентов общего процесса строительства предприятия.

Возведение подземной части здания по совмещенной технологии осуществляется по технологии, идентичной открытой технологии.

При привязке указанных моделей к конкретным объектам и с учетом того, что они кроме технологической находятся во взаимной организационно-технологической зависимости, необходимо особое внимание обратить на строительные процессы и специализированные работы, которые могут выполняться в этом цикле: выполнение трубных разводок санитарно-технических и электромонтажных систем, устройство бетонной подготовки полов и ряд других.

При открытой модели технологии возведения надземной части здания (рис. 2.10) монтаж оборудования ведется при «закрытом» корпусе с использованием мостовых кранов в послемонтажном цикле на фундаменты, возведенные при устройстве подземной части здания.



Закрытая технология в послемонтажном цикле предусматривает устройство фундаментов и монтаж оборудования. В этом заключается ее принципиальное отличие от открытой технологии.

Совмещенная технология возведения надземной части зданий промышленных предприятий предусматривает монтаж технологического оборудования в первом цикле при возведении несущих конструкций при одновременном выполнении этих работ. Фундаменты под оборудование возводят в цикле возведения подземной части здания. Обычно этой технологии присущ комплектно-блочный метод монтажа.

Технологическая структура цикла		Технологическая последовательность выполнения строительных процессов			
1	Устройство оснований				
1.1	Отрывка котлованов, траншей под фундаменты здания и оборудование	—			
1.2	Добор грунта вручную и устройство подготовки под фундаменты		—		
2	Устройство фундаментов				
2.1	Под здание и оборудование		—		
2.2	Обратная засыпка фундаментов грунтом с трамбованием			—	
3	Устройство тоннелей, каналов, коллекторов для инженерных сетей и сетей технологического оборудования				—
4	Устройство фундаментных балок и других конструкций				—
5	Прокладка инженерных коммуникаций				
5.1	Прокладка	—			
5.2	Устройство вводов-выпусков в здание				—
6	Устройство подготовки под полы				
6.1	Обратная засыпка грунта				—
6.2	Уплотнение основания под полы				—
7	Обратная засыпка пазух				—

Рис. 2.8. Модель открытой технологии возведения подземной части здания



Рис. 2.9. Модель закрытой технологии возведения подземной части здания

Ведущие строительные процессы технологических циклов, объединенные в непрерывную технологическую цепь производства, характеризуют общий технологический процесс возведения зданий, одним из главных параметров которого является продолжительность строительства объекта.

При проектировании технологии производства работ для конкретного объекта необходимо осуществить привязку технологических циклов к пространственным и временным параметрам общего процесса возведения здания.

Технологические циклы и их структура		Технологическая последовательность выполнения строительных процессов			
<b>Первый цикл. Возведение коробки здания с кровлей</b>					
1	Возведение несущих и ограждающих конструкций	—			
2	Установка оконных блоков, ворот	—			
3	Остекление оконных проемов	—			
4	Санитарно-технические работы	—			
5	Монтаж мостовых кранов	—			
6	Устройство перегородок	—			
7	Устройство кровли	—			
<b>Второй цикл. Завершение общестроительных работ. Монтаж оборудования</b>					
1	Штукатурные работы		—		
2	Устройство бетонной подготовки под полы		—		
3	Наладка мостовых кранов		—		
4	Монтаж оборудования		—		
5	Санитарно-технические работы		—	—	
6	Электро-монтажные работы		—	—	
7	Устройство чистых полов		—		
8	Монтаж систем вентиляции		—	—	
9	Обвязка оборудования		—	—	
10	Изоляция и антикоррозийная защита оборудования		—	—	
<b>Третий цикл. Отделочные работы. Пуско-наладочные работы.</b>					
1	Плиточные работы		—		
2	Малярные работы		—		
3	Монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов, автоматических регуляторов, датчиков		—	—	
4	Наружная отделка		—		
5	Благоустройство		—		
6	Опробование оборудования на выпуск продукции			—	

Рис. 2.10. Модель открытой технологии возведения надземной части промздания

## **ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **3.1. Общие положения**

Для возведения зданий и сооружений на современном уровне и требуемого качества разрабатывается обширная организационно-технологическая документация. Задачи организации строительства и производства работ по возведению зданий носят многофакторный взаимосвязанный характер.

Перечень технической и технологической документации приведен в табл. 3.1. Основными документами, определяющими технологию и организацию ведения работ, являются ПОС (проекты организации строительства) и ППР (проекты производства работ).

Разработка ППР производится на цикл работ по возведению надземной и подземной частей зданий, работ подготовительного периода, специальных и отделочных работ.

Значительное место отводится разработке проектной документации на технологическую оснастку, инвентарь, технологических указаний и карт на новые методы производства работ, обеспечения точности возведения зданий, эксплуатации грузозахватных устройств и др.

Особое внимание уделяется разработке документации, направленной на контроль качества работ. Разработку указанной документации должна выполнять строительная фирма, осуществляющая строительство зданий, или по ее заказу специализированные технологические проектные организации. Она охватывает все виды работ и различные этапы возведения зданий.

На основе технологической документации разрабатывается документация по организации строительства: нормативы продолжительности строительства объектов, годовые (двух-, трехгодичные) графики поточного строительства зданий и сооружений, нормативы задела и ввода, годовые поэтапные графики строительства объектов, по-объектные рабочие календарные планы, комплексные мероприятия по возведению важнейших объектов, пусковые рабочие графики, нормативы комплектации и другие документы для различных уровней управления строительством.

Технологическая документация необходима для размещения заказов на изготовление технологической оснастки, заготовок, инструмента, формирования технического оснащения бригад, выполнения временных дорог, коммуникаций, обеспечения тепло-, водо-, энергоснабжения на период возведения зданий.

Некоторые технологические документы могут выпускаться в виде нормативных документов субъектов федерации - территориальных строительных норм (ТСН) для обязательного применения при разработке проектно-сметной документации.

Таблица 3.1

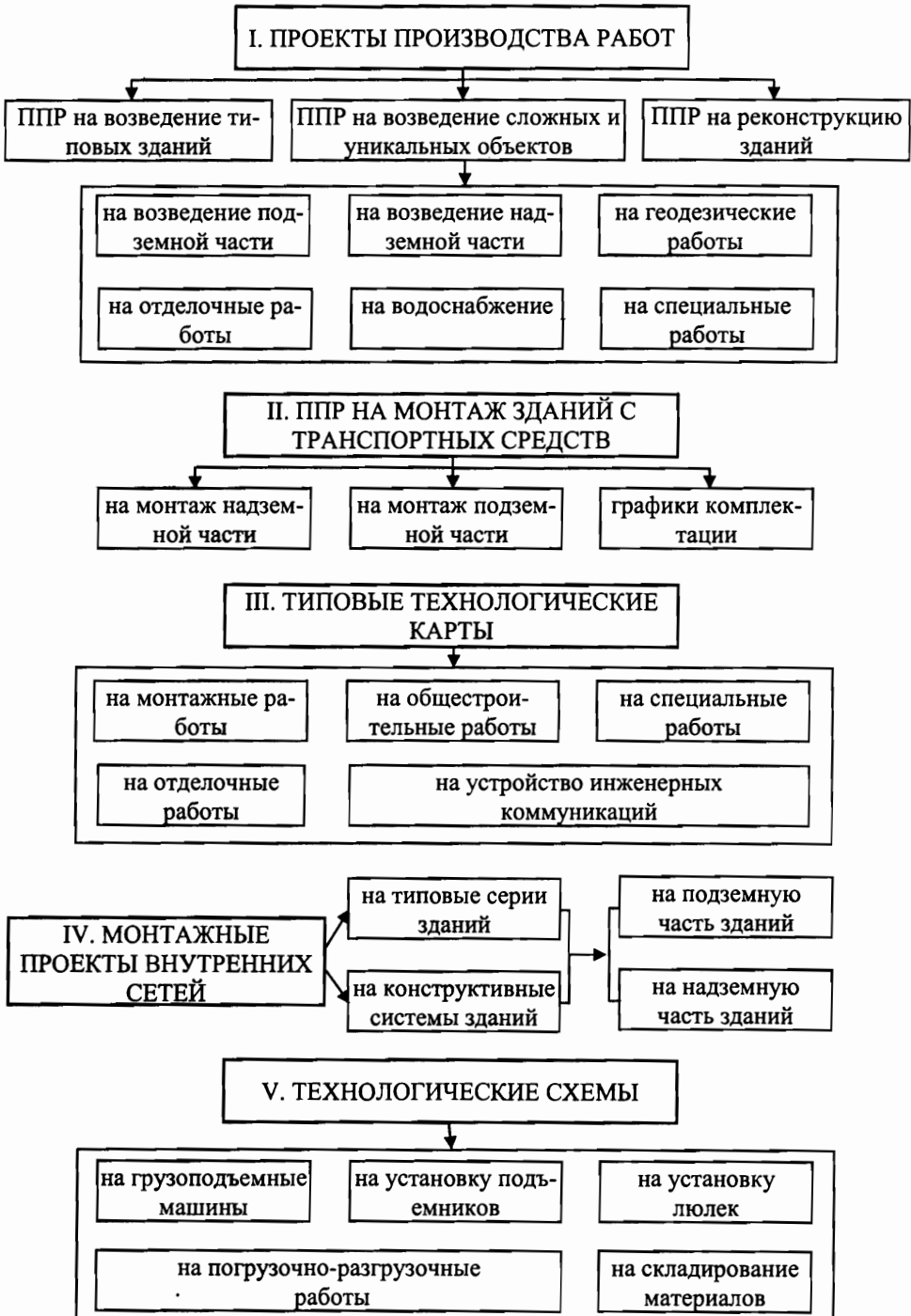
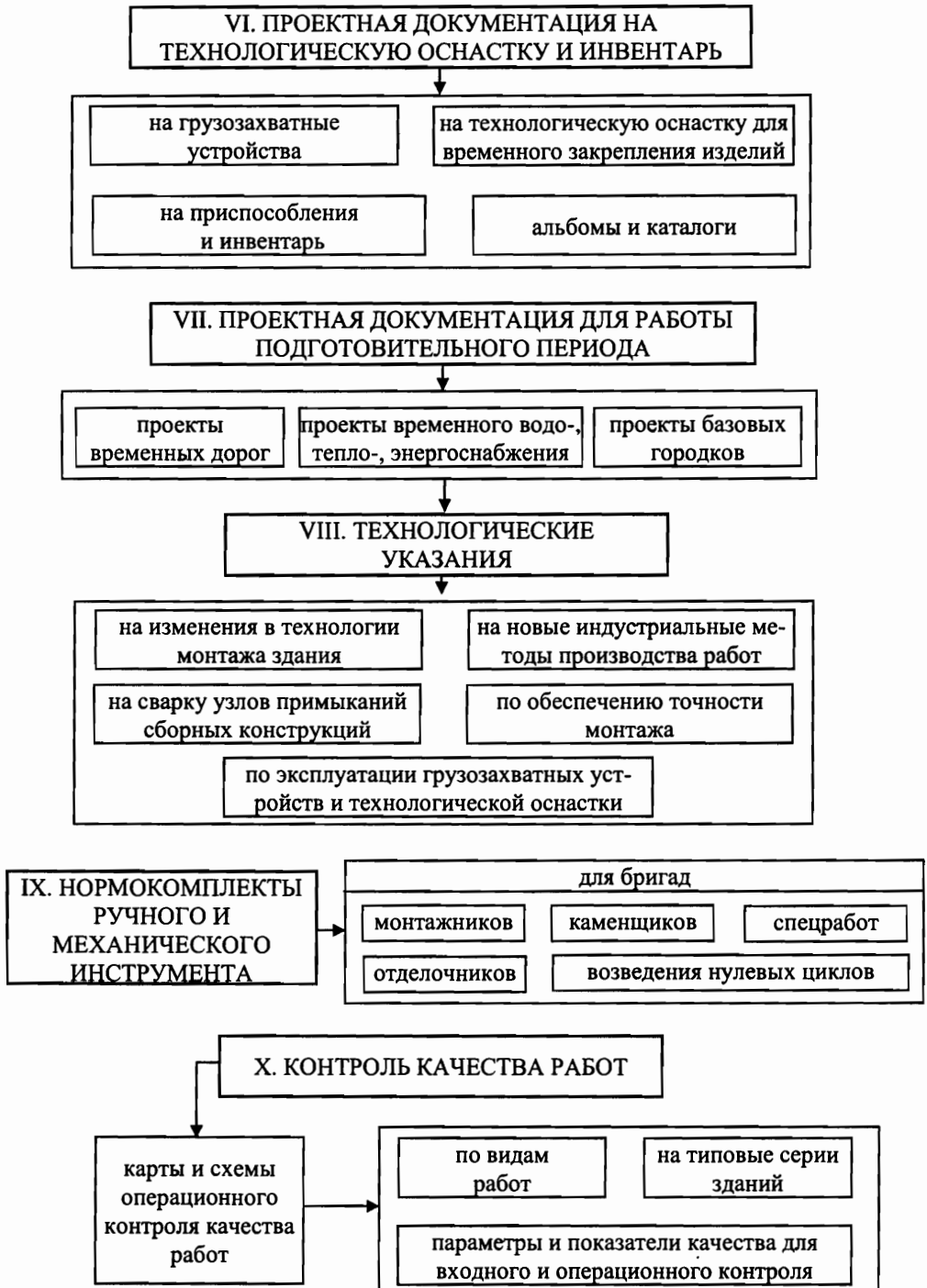


Таблица 3.1 (продолжение)



## 3.2. Проекты производства работ

Строительными нормами и правилами 12 комплекса Системы нормативных документов в строительстве определен основной состав и содержание проектов производства работ, куда входят:

*строительный генеральный план* с указанием границ строительной площадки и видов ее ограждений, действующих и временных подземных, наземных и воздушных сетей и коммуникаций, постоянных и временных дорог, схем движения средств транспорта и механизмов, мест установки строительных и грузоподъемных машин, путей их перемещения и зон действия, размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, мест расположения знаков геодезической разбивочной основы, опасных зон, путей и средств подъема работающих на ярусы (этажи), а также проходов в здания и сооружения, размещения источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки, расположения заземляющих контуров, мест расположения устройств для удаления строительного мусора, площадок и помещений складирования материалов и конструкций, площадок укрупнительной сборки конструкций, расположения помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевых установок и мест отдыха, а также зон выполнения работ повышенной опасности;

*технологические карты* (схемы) на выполнение отдельных видов работ с включением схем операционного контроля качества, описанием методов производства работ, указанием трудозатрат и потребности в материалах, машинах, оснастке, приспособлениях и средствах защиты работающих;

*решения по производству геодезических работ*, включающие схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и измерений, а также указания о необходимой точности геодезического контроля выполнения строительного-монтажных работ;

*календарный план производства работ по объекту;*

*решения по прокладке временных сетей* водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения строительной площадки и рабочих мест с разработкой, при необходимости, рабочих чертежей подводки сетей от источников питания;

*перечни технологического инвентаря* и монтажной оснастки, а также схемы стропки грузов;

*решения по технике безопасности:* номенклатура устройств, приспособлений и средств индивидуальной и коллективной защиты работающих и потребность в них; средства освещения строительной площадки, рабочих мест, проходов и проездов; временные ограждающие устройства, предупреждающие опасность падения с высоты; места и способы крепления страховочных канатов и предохранительных поясов; средства подмащивания; пути и средства подъема работающих к рабочим местам; порядок и способы складирования изделий, материалов, оборудования; зоны действия грузоподъемных кранов, размещение воздушных линий электропередач; площадки хранения взрывоопасных и горючих материалов. Необходимо указывать опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при выполнении конкретных работ и предусматривать средства защиты работающих.

Наряду с требованиями по составу и содержанию проектов производства работ строительными нормами и правилами 12 комплекса, вводятся дополнительные требования к нормативным документам ряда других комплексов, а также органов надзора.

Так, нормативными документами комплексов 31, 40, 50, 51 предусмотрены многие дополнительные задачи, решения которых должны быть в проектах производства работ:

- обеспечение устойчивости конструкций и частей зданий (сооружений) в процессе возведения;

- определение количества дополнительных связей, порядок их установки и снятия в случаях, когда постоянные связи не обеспечивают устойчивость конструкций здания в процессе их монтажа;

- создание пространственной неизменяемости конструкций в процессе их укрупнительной сборки или установки в проектное положение;

- указания о минимальной прочности бетона (раствора) замоноличенных стыков несущих конструкций, при которой допускается монтаж каждого последующего этажа;

- взаимосвязанные схемы монтажных ярусов и зон, порядок совмещения работ при совмещенном монтаже конструкций и оборудования;

  - последовательность установки конструкций;

  - указания по ориентирам для выверки верха и низа конструктивных элементов;

  - обеспечение требуемой точности монтажа конструкций;

- установка и приемка опалубки, распалубливание монолитных конструкций, очистка и смазка опалубки;

- методика предварительного обогрева стыкуемых поверхностей и прогрева замоноличенных стыков и швов, температурно-влажностный режим выдерживания бетона;

- мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их проведения, минимальная прочность распалубки нагруженных конструкций, в том числе от вышележащего бетона;

  - мероприятия по охране окружающей природной среды.

В зависимости от сроков строительства объекта и объемов работ по решению строительной организации проекты производства работ разрабатывают:

- на строительство здания или сооружения в целом;

- на возведение их отдельных частей (подземная и надземная части, секция, пролет, этаж, ярус и т.п.);

- на выполнение отдельных технически сложных строительных, монтажных и специальных строительных работ;

  - на выполнение работ подготовительного периода.

Исходными данными для разработки проектов производства работ являются:

- проектно-сметная документация, включая проект организации строительства и основные положения по производству работ в случае возведения объекта по типовому проекту;

  - данные о геоподоснове площадки строительства;

  - характеристика технологий на возведение аналогичных объектов или идентичных конструктивных систем зданий.

### **3.3. Строительные генеральные планы**

Стройгенпланы являются частью ППР и разрабатываются в пределах технических параметров генерального плана объекта на все этапы возведения здания (сооружения) - подготовительный период, сооружение подземной части, строительство надземной части здания.



В пределах технических решений стройгенпланов, при необходимости могут разрабатываться, а по существу, детализироваться планы на выполнение отдельных видов работ. Чаще всего, это субподрядные монтажные, санитарно-технические, электромонтажные, отделочные, геодезические работы.

Для выполнения отдельных видов работ локального характера, связанных с применением грузоподъемных кранов, подъемников, экскаваторов и других строительных машин, разрабатываются технологические схемы.

На стройгенплане показываются итоговые решения, как результат расчетов и обоснований: границы участка и опасные зоны, временные дороги для автотранспорта и самоходных стреловых кранов, санитарно-бытовые городки, временное электроснабжение, канализация, водопровод, расположение грузоподъемных машин и механизмов и др.

Строительные нормы и правила, а также требования органов надзора предусматривают конкретные элементы, которые должны быть размещены на стройгенплане.

На рис. 3.1...3.4 приведены примеры формирования стройгенпланов на различные циклы производства работ при возведении 3-секционного многоэтажного жилого дома. Их анализ позволяет лучше понять те изменения, которые происходят на различных стадиях производства работ.

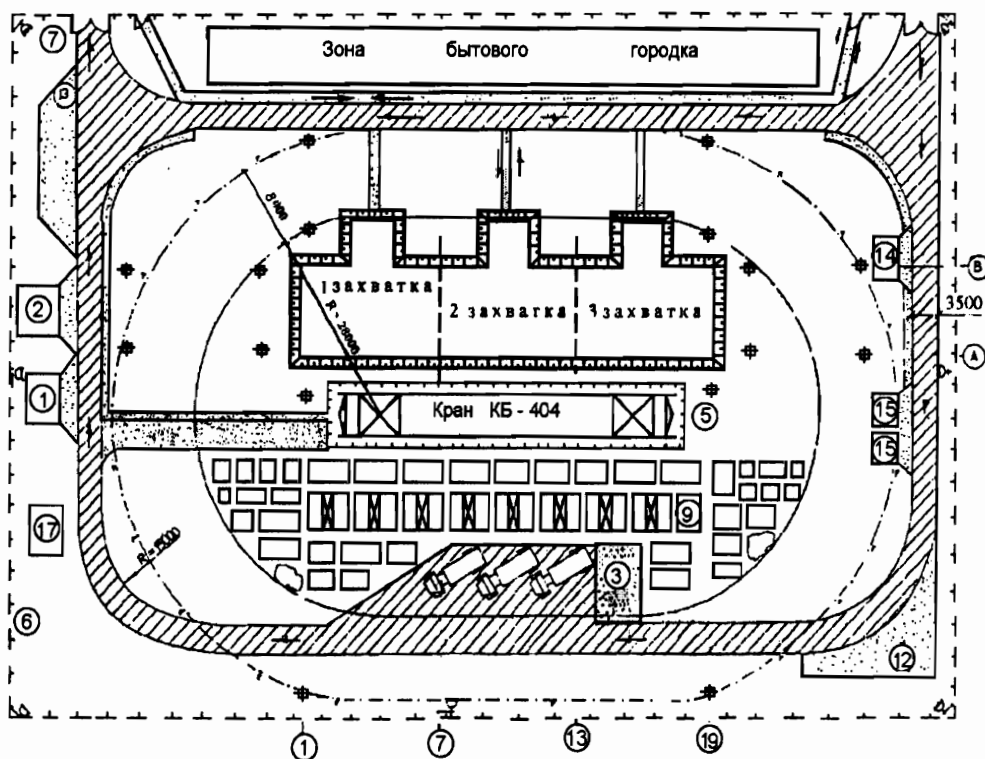


Рис. 3.1. Строительный генеральный план на возведение подземной части здания

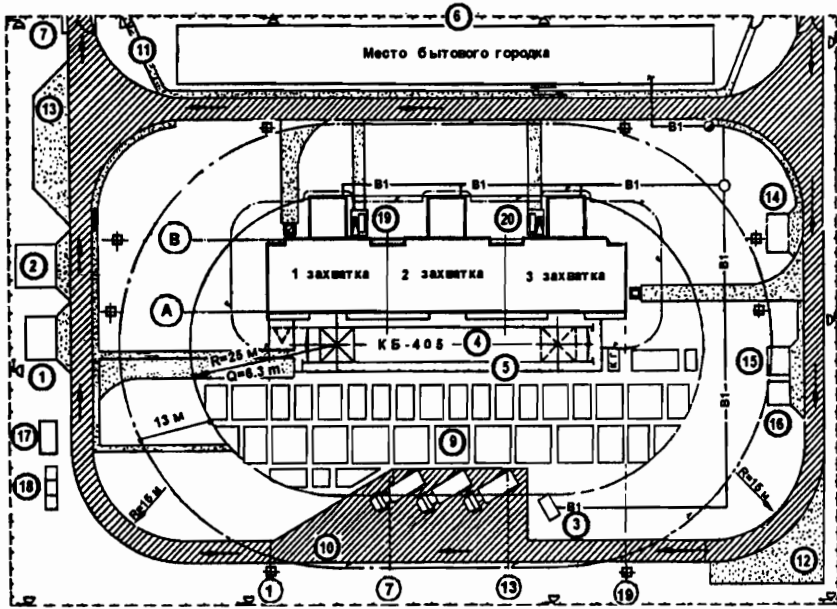


Рис. 3.2. Строительный генеральный план на возведение надземной части здания

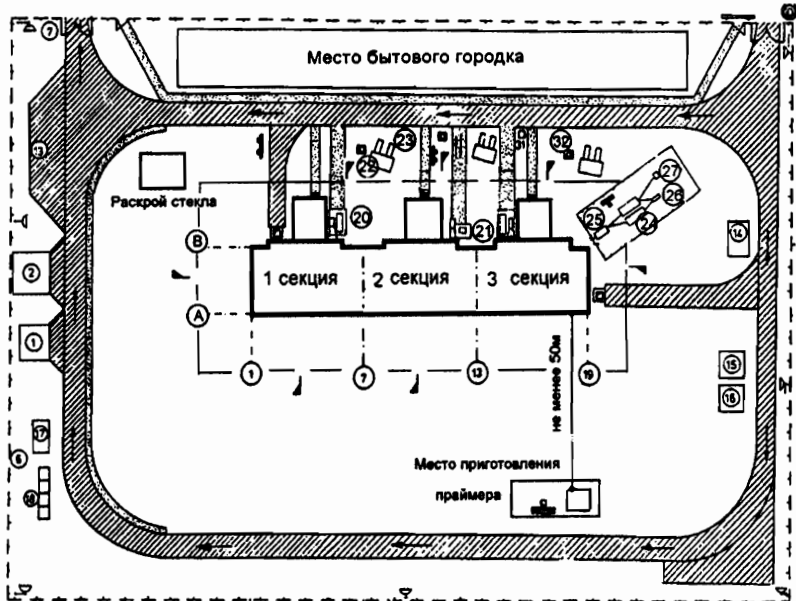
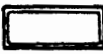

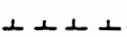


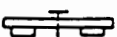
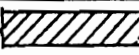



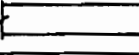

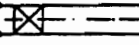
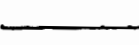
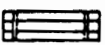



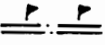




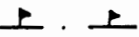


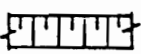



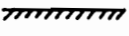











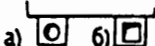



Рис. 3.3. Строительный генеральный план на период производства отделочных работ

Строительные генеральные планы имеют единую систему условных обозначений, приведенных в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Условные обозначения на строительных генеральных планах

Условные обозначения			
	- контур строящегося здания		- шкаф для хранения баллонов с кислородом
	- временное ограждение строительной площадки		- место для первичных средств пожаротушения
	- ворота и калитка		- стенд с противопожарным инвентарем
	- временные дороги		- направление движение автотранспорта
	- пешеходные дорожки		- разворотная площадка автотранспорта
	- постоянные дороги		- знак ограничения скорости автотранспорта
	- крановые пути		- направление движения рабочих
	- ограждение рельсовых путей		- козырек над входом в здание
	- контур заземления		- прожектор на опоре
	- шкаф электропитания крана		- границы захваток
	- въездной стенд с транспортной схемой		- пожарный гидрант
	- линия границы зоны обслуживания крана		- линия ограничения действия крана
	- линия границы опасной зоны от крана		- линия предупреждения об ограничении
	- линия границы опасной зоны от здания		- откос котлована
	- место хранения контрольного груза		- лестница для спуска в котлован
	- место хранения съемных грузозахватных приспособлений и тары		- контур существующего здания
	- место для кантовки конструкций		- грузопассажирский подъемник
	- место приема раствора и бетона	 ст. 1.	- стоянки стреловых самоходных кранов
	- стенд со схемами строповок		- стреловые самоходные краны

Условные обозначения			
	- шкаф для хранения баллонов с ацетиленом		- площадка для хранения средств подмащивания
	- геодезический знак закрепления осей		- мусоропровод временный: а) круглого сечения; б) прямоугольного сечения
	- строительный репер		- временное ограждение строительной площадки с козырьком
	- зона складирования материалов и конструкций		

Экспликация временных зданий, сооружений, устройств, показанных на строительных генеральных планах, приведена в табл. 3.3. Их параметры рассчитываются с учетом интенсивности производства работ, запасов конструкций, параметров машин и механизмов, а также особенностей технологий ведения работ.

Таблица 3.3

**Экспликация временных зданий, сооружений, устройств, показанных на строительных генеральных планах**

№ на стройгенплане	Наименование временных сооружений, зданий, устройств
1	Навес для столярных изделий
2	Закрытый склад
3	Площадка бетона и раствора
4	Крановые пути
5	Ограждение крановых путей
6	Временное ограждение строительной площадки
7	Ворота двухпольные и калитка
8	Вышка прожекторная
9	Открытый склад сборных железобетонных изделий
10	Временная дорога для автотранспорта
11	Пешеходные дорожки
12	Площадка для стоянки машин и автотранспорта
13	Площадка для очистки колес автотранспорта
14	Место для разогрева битума
15	Шкаф для хранения баллонов с ацетиленом
16	Шкаф для хранения баллонов с кислородом
17	Передвижная мастерская
18	Склад-контейнер
19, 20	Грузопассажирский подъемник
21	Грузовой подъемник
22	Установка для приема и транспортирования растворов
23	Эстакада
24	Термос для приема и подогрева битумной мастики
25	Установка для подачи битумных мастик на кровлю
26	Компрессор
27	Бачок для жидкого топлива
28	Стояк битумопровода
29	Контур заземления подъемника
30	Выносной рубильник для подключения подъемника
31	Навес моториста подъемника
32	Сило с сухой растворной смесью в комплекте со смесителем

Примечание: в экспликацию не включены временные здания и другие элементы санитарно-бытового рода.

### **3.3.1. Границы строительной площадки и виды ее ограждения**

В пределах границ строительной площадки развиваются и функционируют не только ведущие строительные процессы возведения здания, но и вспомогательные: транспортные, погрузо-разгрузочные, сборочные. Конфигурация и размеры строительной площадки влияют на пространственные параметры процессов, на места утановки грузоподъемных машин, размещение транспортных схем и других подготовительных процессов.

В случае стесненных условий производства работ для приема и складирования изделий и конструкций необходимо находить площадки вне основной зоны, вносить ограничения в зону действия крана, т.к. опасная зона от перемещаемых грузов не должна выходить за пределы участка, размещать санитарно-бытовые городки вне строительной площадки.

Главное назначение ограждений по границе строительной площадки - исключить возможность появления посторонних лиц на строительной площадке, а также в зоне внеплощадочных рабочих мест, которые обычно не имеют четко обозначенных границ.

Ограждения подразделяются на защитно-охранные, защитные и сигнальные. Принципиальное различие заключается в высоте ограждений: защитно-охранные – 2 м, защитные - 1,6 м, сигнальные - 0,8 м. Кроме того, защитно-охранные ограждения должны быть только сплошными.

Ограждения могут изготавливаться из различных материалов - быть деревянными, железобетонными, сетчатыми, из профилированных металлических листов и т.д.

Дополнительные требования предъявляются к ограждениям по границе территории, примыкающей к улицам и проездам с проходами для пешеходов. В этом случае выполняется козырек по верху ограждения, а также пешеходная часть, которая должна иметь перила и поручни.

В ограждениях предусматриваются устройства ворот для проезда автотранспорта и строительных машин шириной не менее 4,0 м, а также калиток шириной не менее 1,2 м.

Ограждения строительной площадки следует принимать инвентарными, со сроком службы не менее 10 лет. Конструкция должна быть сборно-разборная, многократно используемая. Ограждения носят временный характер, выполняются за счет себестоимости строительно-монтажных работ. К дополнительной оплате принимаются только так называемые архитектурные заборы, которые устанавливаются на строительных площадках, расположенных в местах, где предъявляются повышенные требования к облику улиц, благоустройству и оборудованию территорий по требованию органов исполнительной власти.

При проектировании схем установки ограждений необходимо провести проверку их на устойчивость.

Устройство ограждений по границам территории строительной площадки следует предусматривать в подготовительный период возведения зданий.

При строительстве зданий в районах новой массовой застройки, как правило, ограждения ставятся только со стороны заселенных корпусов вдоль всей территории района.

### **3.3.2. Места установки строительных и грузоподъемных машин, пути их перемещения и зоны действия**

На строительном генеральном плане показывают места установки строительных и грузоподъемных машин, пути их перемещения и зоны действия для процессов того этапа возведения здания, на который разрабатывают проект производства работ

На одном и том же стройгенплане нет возможности показать работу машин, выполняющих другие процессы, поэтому они разрабатываются в технологических картах.

На стройгенплане размещают оси движения кранов и их стоянки. Для башенных и рельсовых стреловых кранов, кроме этого, показывают рельсовые пути, на которых наносят крайние стоянки и стоянки в нерабочее время.

Привязка монтажных механизмов при проектировании стройгенпланов необходима для определения возможности монтажа требуемых механизмов и безопасности условий производства работ. В процессе привязки выявляется фактор влияния действия устанавливаемого крана на работу механизмов, расположенных на смежных участках, а также на другие зоны строительной территории. Учет взаимного влияния размещения кранов, подъемников, объектных складов и др. позволяет правильно выбрать и установить кран.

Выбор и привязка кранов и других грузоподъемных механизмов осуществляется в следующей последовательности: определяются расчетные параметры и производится подбор крана; осуществляется горизонтальная (поперечная) и продольная привязка кранов и подкрановых путей; рассчитываются зоны действия крана с учетом особенностей производства работ.

Установку башенных и рельсовых стреловых кранов (кранов нулевого цикла) производят с учетом необходимости соблюдения безопасного расстояния между зданием и краном. Ось подкрановых путей, а следовательно и ось передвижения кранов относительно строящегося здания, определяют из соотношения (рис. 3.4):

$$B = R_{нов} + L_{без},$$

где  $B$  - минимальное расстояние от оси подкрановых путей до наружной грани здания;  $R_{нов}$  - радиус поворота платформы или другой выступающей части крана;  $L_{без}$  - минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до габарита строения (принимают не менее 0,7 м на высоте до 2 м и 0,4 м на высоте более 2 м.

Установку башенных и рельсовых кранов вблизи котлованов и траншей производят с учетом глубины выемки и характеристик грунта.

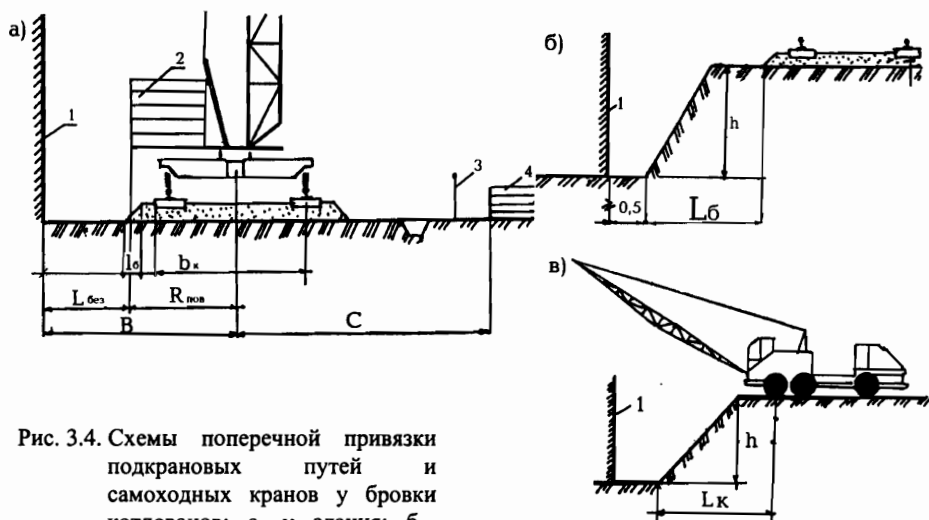


Рис. 3.4. Схемы поперечной привязки подкрановых путей и самоходных кранов у бровки котлованов: а – у здания; б – вблизи котлованов или траншей; в – пневмоколесного крана у котлована. 1 – строящееся здания; 2 – противовес башенного крана; 3 – ограждение; 4 – складирование сборных конструкций

При устройстве подкранового пути у неукрепленных стенок котлованов и траншей с глубиной выемки  $h$  расстояние от основания откоса до нижнего края балластной призмы  $L_б$  должно определяться из следующих соотношений:

для песчаных и супесчаных грунтов:

$$L_б \geq 1,5h + 0,4;$$

для глинистых и суглинистых грунтов:

$$L_б \geq h + 0,4.$$

Наименьшее расстояние для самоходных кранов вблизи котлованов и траншей принимают в соответствии со СНиП III-4-80. При работе самоходных кранов без опор это расстояние принимают до ближайшей оси крана, а при работе с выносными опорами – до оси опор. Расчет обеспечивает расположение монтажных кранов и других строительных машин за пределами призмы обрушения.

Продольная привязка подкрановых путей производится с целью определения их длины. При этом крайнее положение стоянок крана должно обеспечивать монтаж наиболее удаленных и самых тяжелых элементов.

По найденным крайним стоянкам крана определяется длина подкрановых путей (рис. 3.5).

$$L_{nn} = L_{кр} + H_{кр} + 2L_{торм} + L_{туп},$$

где  $L_{nn}$  - длина подкрановых путей;  $L_{кр}$  - расстояние между крайними стоянками крана;  $H_{кр}$  - база крана;  $2L_{торм}$  - величина тормозного пути крана;  $L_{туп}$  - расстояние от конца рельса до тупиков, равное 0,5 м.

В случае необходимости установки крана на одном звене (длина 12,5 м), оно должно быть уложено на жестком основании, исключающем просадку подкрановых путей. Таким основанием могут служить сборные железобетонные плиты.

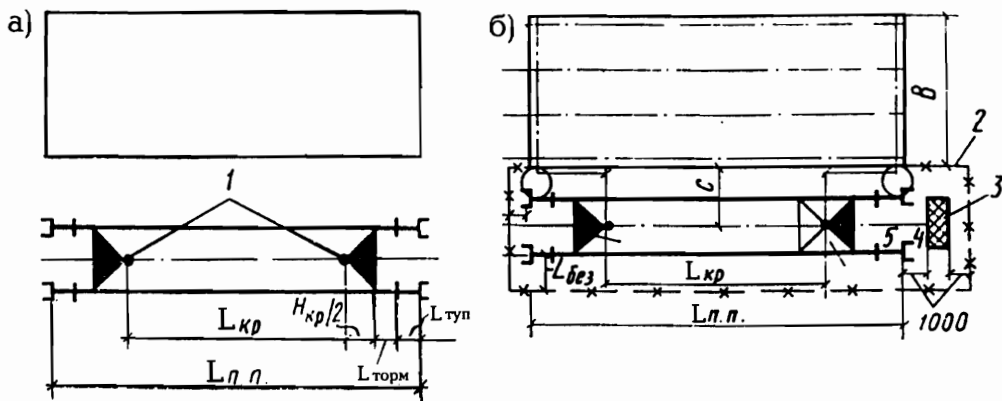


Рис. 3.5. Расчет и обозначение подкрановых путей на стройгенплане: а – определение минимальной длины подкрановых путей; б – привязка путей. 1 – крайние стоянки крана; 2 – привязка крайней стоянки к оси здания; 3 – контрольный груз; 4 – конец рельса; 5 – место установки тупика

Привязку ограждений подкрановых путей осуществляют из необходимости соблюдения безопасного расстояния между конструкциями крана и ограждением.

Действующие нормативы предусматривают оценку следующих зон действия: монтажной зоны, зоны работы крана, зоны возможного перемещения габаритов груза, опасной зоны дорог, опасной зоны монтажа конструкций, зоны работы подъемников.

Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении конструктивных элементов. Монтажную зону определяют наружными контурами здания плюс расстояние в 7 м при высоте здания до 20 м или в 10 м при высоте здания до 100 м. На стройгенплане эту зону обозначают пунктирной линией (рис. 3.6 а).

Зоной работы крана является пространство, находящееся в пределах плоскости, описываемой максимальным радиусом действия крана. Она определяется путем нанесения на плане из крайних стоянок полуокружностей радиусом, соответствующим максимально необходимому для работы вылету стрелы, и соединения их прямыми линиями, а для стреловых кранов - радиусом, равным длине стрелы (рис. 3.6 б).

Зоной перемещения габаритов груза является пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана. Границы зоны определяют расстояние по горизонтали от зоны работы крана до максимально возможного места падения груза при его перемещении (рис. 3.6 в).

На участках проездов и проходов в опасных зонах, где могут находиться люди, не участвующие в строительном процессе, устанавливаются специальные знаки безопасности.



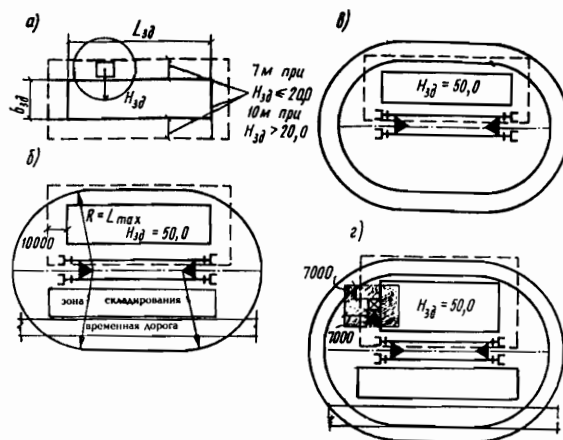


Рис. 3.6. Определение необходимых зон при возведении надземной части зданий башенными или самоходными стреловыми кранами: а – монтажной зоны; б – зоны работы башенного крана; в – зоны перемещения груза; г – зоны работы подъемника

В общем виде расчет зон действия башенного крана приведен на рис. 3.7 Приведенные соотношения позволяют рассчитать требуемые параметры в зависимости от технических характеристик кранов и условий производства монтажных работ.

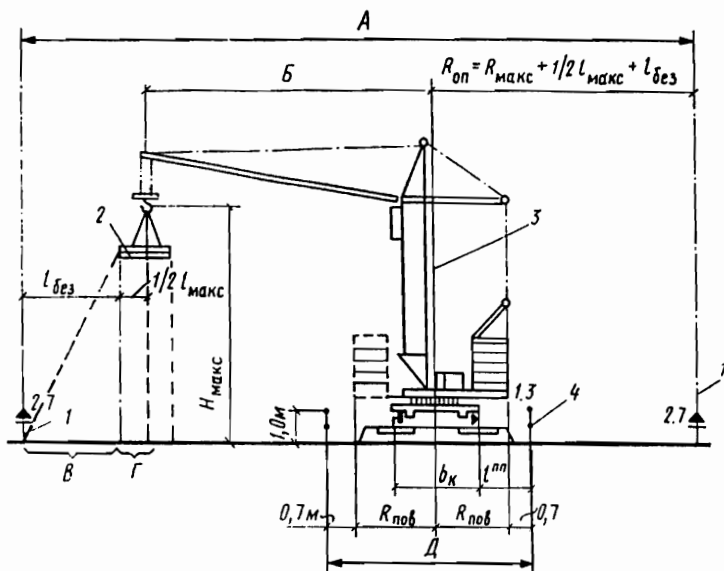


Рис. 3.7. Схема назначения и расчета зон башенного крана: 1 – знак по технике безопасности на границе опасной зоны; 2 – груз; 3 – ось подкрановых путей; 4 – инвентарное ограждение подкрановых путей; А – опасная зона при работе крана; Б – зона обслуживания; В – зона рассеивания при падении груза; Г – зона перемещения груза; Д – опасная зона путей

Опасную зону монтажа конструкций наносят на объектном стройгенплане при вертикальной привязке крана. Эта зона появляется при монтаже элементов на верхних этажах, когда невозможно соблюдение минимальных расстояний: от стрелы крана или противовеса до монтажного горизонта; от стрелы крана до ближайшего к крану элемента здания по горизонтали; от противовеса крана до максимально выступающего элемента здания. Опасная зона монтажа требует устройства специальных ограждений и соблюдения определенной последовательности монтажа сборных элементов (рис. 3.8).

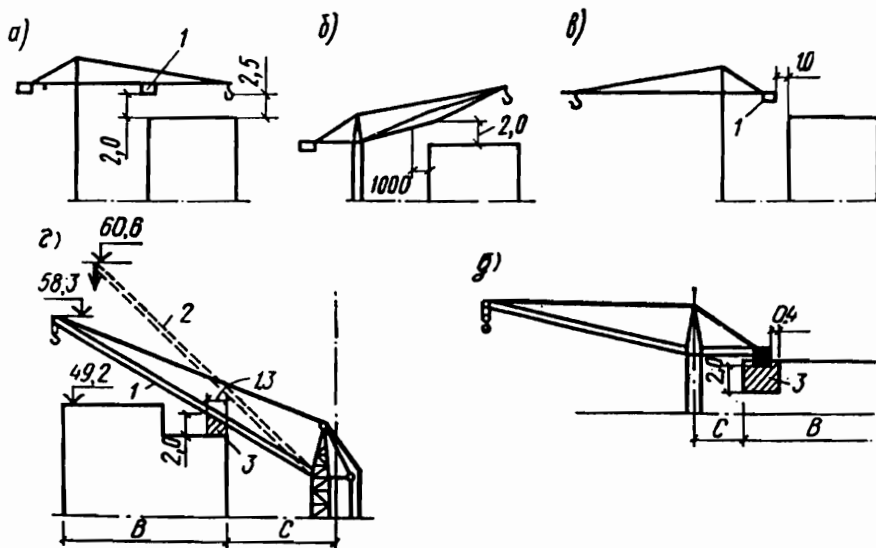


Рис. 3.8. Минимально допустимые расстояния от конструкций монтажных механизмов до строящегося здания (а, б, в): а – от крюка или противовеса до монтажного горизонта; б- от стрелы до здания; в - от противовеса крана до здания; 1 – противовес над монтажным горизонтом при повороте крана; г, д – опасные зоны при монтаже здания: г – при наибольшем вылете крюка башенного крана; д – при перемещении противовеса на уровне монтажного горизонта; 1- положение стрелы при наибольшем вылете; 2 – положение стрелы при наименьшем вылете; 3 – опасная зона

При привязке кранов при работе в стесненных условиях возникает необходимость ограничить зону их влияния: угол поворота стрелы; изменение вылета крюка; передвижение крана или грузовой тележки. Принудительные ограничения осуществляются установкой датчиков и конечных выключателей, производящих аварийное отключение крана в заданных пределах.

На рис. 3.9 приведен пример ограничения угла поворота стрелы крана при наличии в зоне его действия жилых зданий.

Для обеспечения безопасных условий производства работ ЦНИИОМТП разработана система ограничения зоны работы кранов (СОЗР).

В основе такой системы (рис. 3.10) заложен принцип слежения за положением поднимаемого груза с использованием специальных датчиков, регистрирующих координа-

ты и обеспечивающих его перемещение в пределах параметров строительной площадки.

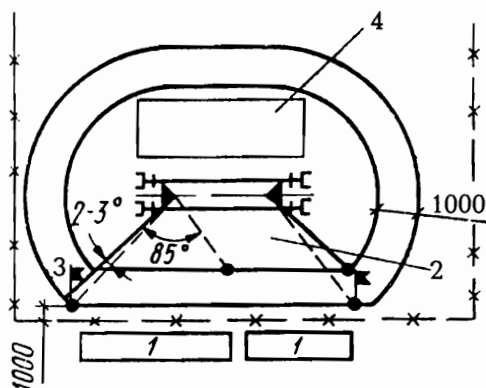


Рис. 3.9. Ограничение угла поворота стрелы крана при работе в стесненных условиях строительной площадки: 1 – жилые здания; 2 – зона ограничения; 3 – ориентир ограничения на местности; 4 – монтируемое здание

Для этой цели башенные краны оснащаются датчиками, ограничивающими перемещение крана (ДПК), которые обеспечивают требуемое перемещение крана по крановому пути и его остановку (координаты стоянки) с учетом оптимального и безопасного положения; датчики угла поворота стрелы (ДПС), с помощью которых обеспечивается заданное положение стрелы с учетом безопасных расстояний до существующих зданий, дорог и др. существующих объектов; датчики ограничения вылета крюка (ДВК), а также датчики ограничения высоты подъема груза (ДВП).

Информация от системы датчиков поступает на электронный блок управления, который включает преобразователь аналогового сигнала и решающее устройство. При этом область решений учитывает параметры строительной площадки, которые представлены в виде специального электронного блока.

Автоматизированная система ограничения зоны работы крана обеспечивает безопасное положение перемещаемых конструкций или другого груза в трехмерном пространстве параметров строительной площадки и возводимого объекта. Система датчиков передает информацию о геометрическом положении возведенных конструкций и выдает координаты и траекторию перемещаемых грузов путем задания длины перемещения крана, высоты подъема крюка и вылета стрелы. При этом учитываются параметры монтируемых конструкций и обеспечиваются требуемые безопасные координаты.

Как правило, такими системами оснащаются башенные краны (КБ-408, КБ-503, КБ-676, КБ-308 и др.). При возведении зданий в стесненных условиях городской застройки, когда на процессы транспортирования строительных конструкций и материалов на монтажный горизонт оказывает влияние наличие действующих транспортных путей, близкое расположение существующих зданий, зон перемещения людских потоков и др., использование таких систем обеспечивает в автоматизированном режиме безопасные условия проведения работ.

Совместная работа нескольких механизмов в одной зоне, как правило, запрещена. В случае производственной необходимости работа монтажного крана с другими строительными машинами и монтажными кранами допускается при разбивке здания на захватки или зоны, в пределах которых разрешается работа только одного механизма. Одновременная работа механизмов на одной захватке разрешается при условии соблюдения безопасного расстояния между ними.

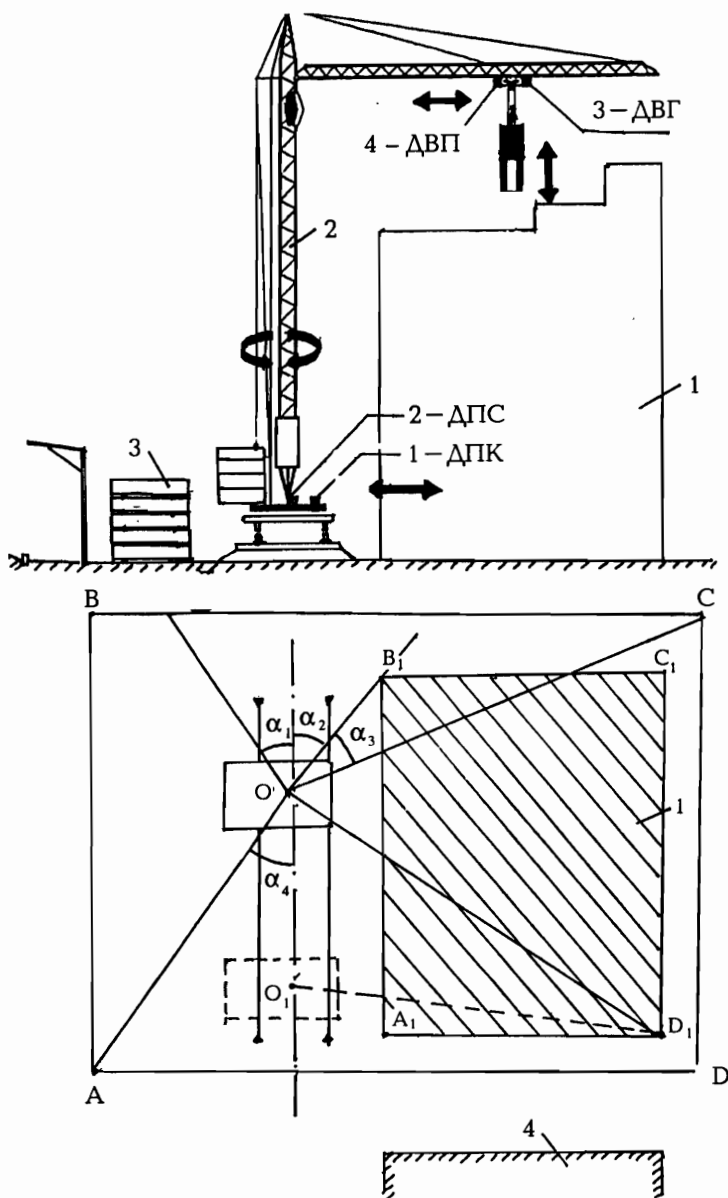


Рис. 3.10. Автоматизированная система ограничения зоны работы кранов: 1 – строящийся объект; 2 – башенный кран с датчиками; 3 – зона складирования сборных деталей; 4 – существующая постройка; ABCD – координаты параметров строительной площадки;  $A_1B_1C_1D_1$  – координаты возводимого объекта;  $\alpha_1 \dots \alpha_n$  – фиксированные углы поворота стрелы башенного крана

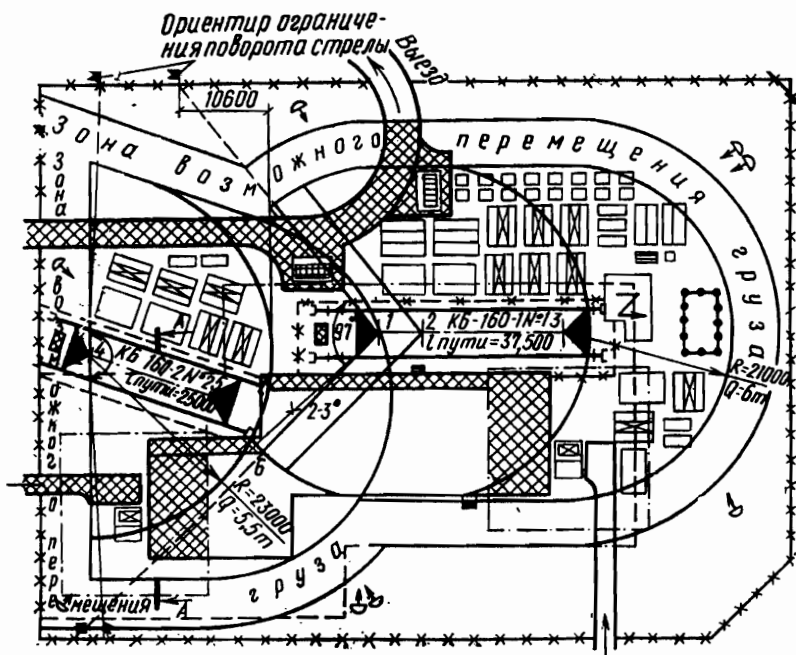


Рис. 3.11. Объектный стройгенплан строительства 15-этажного здания в условиях ограниченного движения кранов

При возведении зданий сложной конфигурации в плане для работы двух башенных кранов предусматриваются ограничения по пересечению траектории движения стрел. Так, для крана КБ-160 №1 (рис. 3.11) фиксируется положение крайней стоянки и ограничение поворота стрелы.

Безопасная работа кранов также достигается путем расчета необходимой длины кранового пути, положения крайних стоянок и организации ведения монтажных работ при безопасном удалении кранов.

Для подъема рабочих и доставки строительных материалов на этажи (ярусы) возводимого здания используют грузопассажирские и грузовые подъемники.

Установка грузопассажирских подъемников является обязательной при высоте здания 25 м, как правило, их монтируют при возведении пяти этажей. Установка грузовых подъемников производится при необходимости, независимо от высоты подъема.

Для обеспечения требуемой устойчивости подъемники крепят к зданию. При этом прочность бетона монолитных конструкций и узлов каркаса зданий должна быть не менее 70%. Их монтируют на бетонном основании (плите), а крепление к зданию производят через 5...7 этажей. Для выхода людей и выгрузки материалов в проемы (оконные, балконные, в ограждающих конструкциях каркаса) устраивают приемные площадки.

Подъемники, как правило, устанавливают с противоположной стороны здания от крана. Их количество принимается по одному на одну-две секции здания (рис. 3.12).

На стройгенпланах показывают следующие решения по подъемникам: наименование подъемника и его плановую и вертикальную привязку к зданию; подъездные дороги и

пешеходные дорожки; площадки складирования материалов и изделий; опасные зоны от действия подъемника; козырек у входа в кабину грузопассажирского подъемника; навес для грузового подъемника.

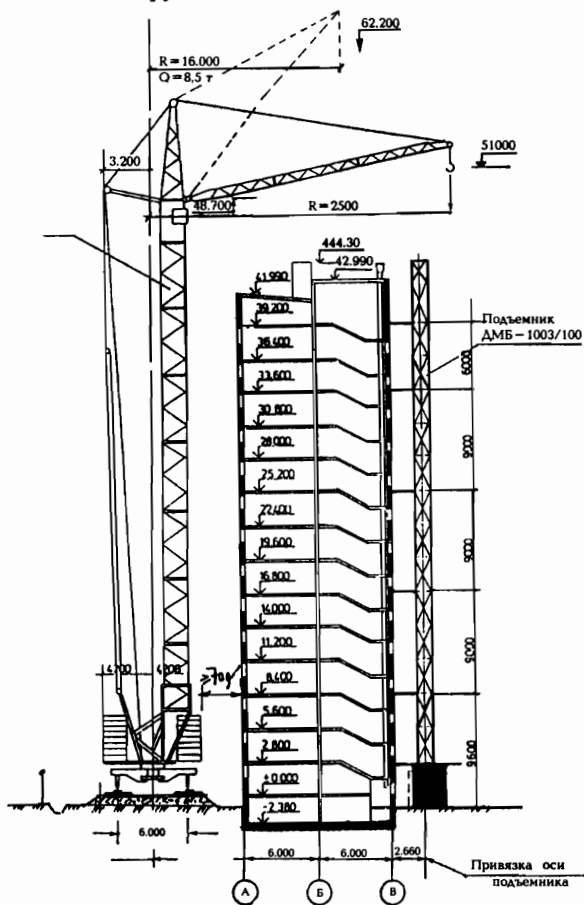


Рис. 3.12. Пример установки и вертикальной привязки башенного крана и грузопассажирского подъемника

Первое закрепление башни приставного крана производится на высоте 40 м с дальнейшими прикреплениями через каждые 30 м по вертикали.

Производительность башенных приставных кранов значительно увеличивается в связи с отсутствием подкрановых путей и приближением крана к наружной грани возводимого здания.

При возведении высотных зданий преимущественно применяют самоподъемные краны, в месте их установки устраивают шахты для передачи нагрузки на несущие конструкции здания.

В зависимости от архитектурно-планировочного решения зданий различного назначения, высоты, массы монтируемых конструкций и способов производства работ используются башенные, башенно-стреловые, приставные, самоподъемные и другие виды кранов. При возведении объектов сложной конфигурации в плане возможно сочетание башенных, стреловых на гусеничном или пневмоходу, приставных, самоподъемных кранов (рис. 3.13).

Наибольшее распространение получили различные модификации башенных и приставных кранов серии КБ, которые обеспечивают технологический цикл сборки зданий повышенной этажности.

При значительной высоте здания используются приставные краны с креплением башни к конструкции здания. Это позволяет уменьшить массу башенного крана и снизить расход металла на его изготовление. Приставные краны могут применяться на строящихся объектах, имеющих жесткий каркас. Они обеспечивают возведение зданий высотой до 150 м.

В комплекте с самоподъемными, передвижными и приставными башенными кранами используются мобильные самоходные стреловые краны различных модификаций, применяемые для монтажа подземных и первых этажей зданий.

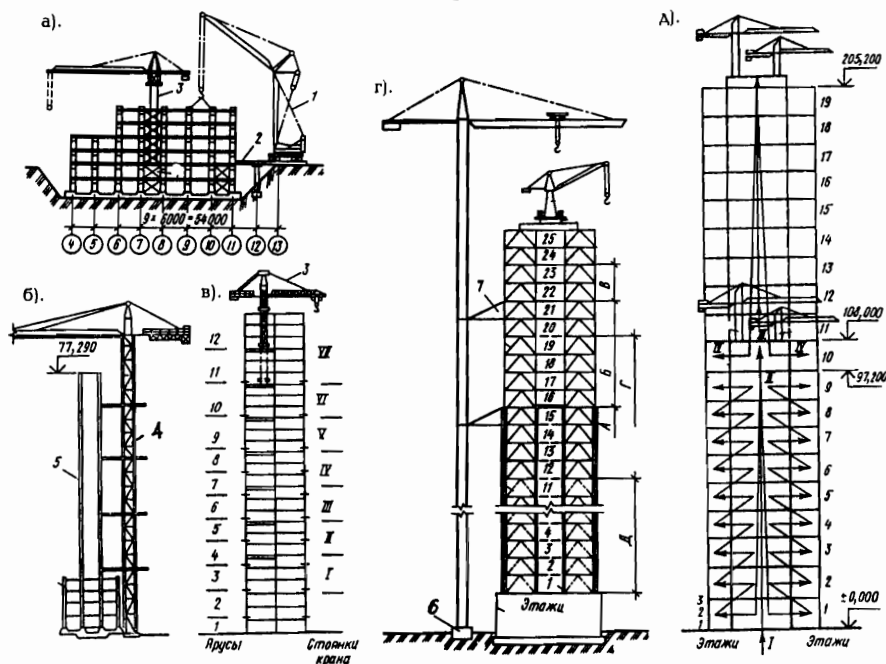


Рис. 3.13. Принципиальные схемы размещения монтажных кранов при возведении зданий повышенной этажности: а – самоподъемного и стрелового крана; б – приставного крана, закрепляемого к ядру жесткости; в – самоподъемного крана; г) – самоподъемного и приставного крана; д – самоподъемных кранов; 1 – башенно-стреловой кран; 2 – эстакада; 3 – самоподъемный кран; 4 – приставной кран; 5 – ядер жесткости; 6 – фундамент приставного крана; 7 – связи

При возведении полносборных зданий важен выбор наиболее эффективного и экономически обоснованного монтажного крана. При выборе крана руководствуются его параметрическими, детерминированными и свободными характеристиками.

К детерминированным характеристикам относятся соответствие параметров кранов технологическим ограничениям при производстве монтажных работ по точности установки элементов, по дорожным и габаритным условиям строительной площадки.

Параметрические характеристики учитывают максимальную массу элемента, максимальное удаление монтируемых элементов от оси вращения крана и высоту подъема.

Свободные характеристики включают организационные ограничения по интенсивности монтажа, производительности кранов, дальности их перебазирования и др.

Выбор монтажного комплекта определяется методом ведения работ, так как он влияет на параметрические требования к машинам и на технико-экономические показатели их работы.

### 3.3.3. Опасные зоны

В процессе разработки стройгенплана определяют и наносят на чертеж два вида опасных зон: зоны постоянно действующих и потенциально действующих опасных производственных факторов.

В зависимости от характера постоянно действующих опасных производственных факторов различают три группы опасных зон.

*К первой группе* относятся зоны вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок. Под термином электроустановки следует понимать электрооборудование, кабели, провода, технические устройства для электропрогрева грунта или бетона и т.д.

*Ко второй группе* относятся зоны вблизи от неогражденных перепадов по высоте на 1,3 м и более. Такие зоны имеются в строящихся зданиях по периметру наружных стен, у вентиляционных и лифтовых шахт, вокруг проемов в перекрытиях, у лестничных клеток, на границах захваток возводимых этажей (ярусов) зданий, по контуру котлованов, у траншей и т.д.

*К третьей группе* относятся зоны, где содержание вредных веществ выше предельно допустимых концентраций или интенсивность шума выше предельно допустимой, к таким зонам отнесены участки по производству некоторых антикоррозионных, малярных, подземных и земляных работ, строительные процессы в колодцах и камерах инженерных коммуникаций, при возведении заглубленных сооружений и т.д.

Границы опасных зон определяются по данным таблиц строительных норм и правил. На стройгенплане или технологических схемах они наносятся в виде штрих-пунктирной линии с флажками (знаками безопасности).

На границах постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены предохранительные защитные ограждения. В зависимости от места установки и способа крепления (наружные, внутренние, опорные, навесные), они могут отличаться как по конструкциям (решетчатые, сетчатые, панельные на стойках), так и применяемым материалам (металл, дерево, капрон, лавсан и т.д.). К обязательным параметрам относятся требования по прочности и устойчивости, а также высота ограждений и способы крепления.

К зонам потенциально действующих опасных производственных факторов относят: участки территории вблизи строящегося здания (сооружения); этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж конструкций или оборудования; зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов; места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

Опасные зоны вокруг строящегося здания характеризуются расстоянием отлета предметов в случае их падения со здания. Величина расстояния является функцией высоты возводимого здания.

В опасных зонах запрещается складировать и хранить материалы, изделия, конструкции, технологическую оснастку, размещать заготовительные и сборочные площадки, устанавливать распределительные устройства электроустановок или их щиты, без дополнительных технических решений выполнять строительные процессы и т.д.

Этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж конструкций или оборудования, находятся в зоне потенциально действующих опасных производственных факторов и доступ людей, не занятых выполнением имен-



но этих работ, запрещен. У входа в эту секцию (блок) устанавливается щит с надписью, запрещающей вход. Указанное ограничение во многих случаях является решающим при определении границ захваток, начала и характера развития процессов строительного производства.

Опасные зоны от перемещения машин, оборудования, их частей или рабочих органов определяют на основе их технических параметров и показывают на технологических схемах выполнения отдельных видов работ.

Кроме того, на стройгенплане следует показать зоны выполнения работ повышенной опасности, интенсивного движения транспортных средств, хранения взрывоопасных и горючих материалов, условия работы в которых требуют повышенного внимания к обеспечению безопасности работающих. Зоны их выполнения, как правило, находят отражение в технологических картах (схемах).

### ***3.3.4. Схемы движения средств транспорта и механизмов. Постоянные и временные дороги***

Для выполнения транспортных и погрузо-разгрузочных работ, передвижения строительных машин, выполняющих различные строительные процессы, проектируют схемы их движения и временные дороги.

Различают временные автотранспортные дороги и дороги для самоходных строительных кранов. В отдельных случаях их назначение совмещают. Они являются одним из важнейших условий безопасного выполнения работ с применением грузоподъемных кранов, от них зависит необходимость выполнения перевалочных операций, они указывают существенное влияние на интенсивность труда и работ.

Основная схема временных дорог на строительной площадке, создаваемой в подготовительный период, сохраняется почти до конца завершающего цикла основного периода возведения здания, когда появляются новые дороги, выполненные по постоянной схеме проекта здания. На определенных этапах работ могут устраиваться отдельные ответвления для подъезда к новым площадкам - складским, установленного оборудования, к подъемникам и т.д. Изменения (дополнения) находят отражение на стройгенпланах или технологических картах (схемах) производства отдельных видов работ. Например, при производстве кровельных и отделочных работ необходимы проезды к установкам для приготовления и транспортирования битумных мастик, приемным бункерам растворонасосов, к подъемникам и др.

Въезды-выезды на строительную площадку от магистральных дорог, как правило, предусматривают по схеме постоянных дорог.

Следует отметить, что дороги по схеме временных строят за счет себестоимости строительно-монтажных работ (в ущерб себестоимости), поэтому их протяженность, расположение, ширина, конструкция, применяемые материальные ресурсы, возможность повторного использования являются важнейшими составляющими при определении минимальных затрат.

Характер расположения временных дорог определяется планировочными и конструктивными решениями зданий.

При строительстве одноэтажных зданий временные дороги устраивают с одной стороны здания, с двух сторон и вокруг здания. При ширине возводимого здания до 18 м, дорогу целесообразно предусматривать с одной стороны. Следовательно, она может быть тупиковой. В этом случае предусматривается разворотная площадка не менее

12×12 м. При большей ширине здания (свыше 100 м) строят кольцевые дороги, а расположение дорог с двух сторон при промежуточных значениях ширины зданий.

При строительстве одноэтажных промышленных зданий, кроме общеплощадочных дорог, устраивают дороги вдоль пролетов внутри здания.

Ширина дорог принимается в зависимости от интенсивности грузопотоков, направлений движения (количества полос): одностороннее - 3,5 м, двухстороннее - 6 м. Они могут иметь уширения не менее 3 м для разезда и разгрузки материалов и конструкций. Длина таких участков от 15 до 45 м (рис. 3.14).

Радиусы закругления временных дорог принимаются для транспортных средств без прицепов - 9 м, а с прицепами - от 12 до 18 м. Для перевозки некоторых башенных кранов радиусы поворота этих дорог могут иметь еще большую величину.

Расстояние от дороги до забора или складов принимается не менее 1,5 м.

Разгрузочные площадки для автотранспорта располагают в зоне, обслуживаемой краном.

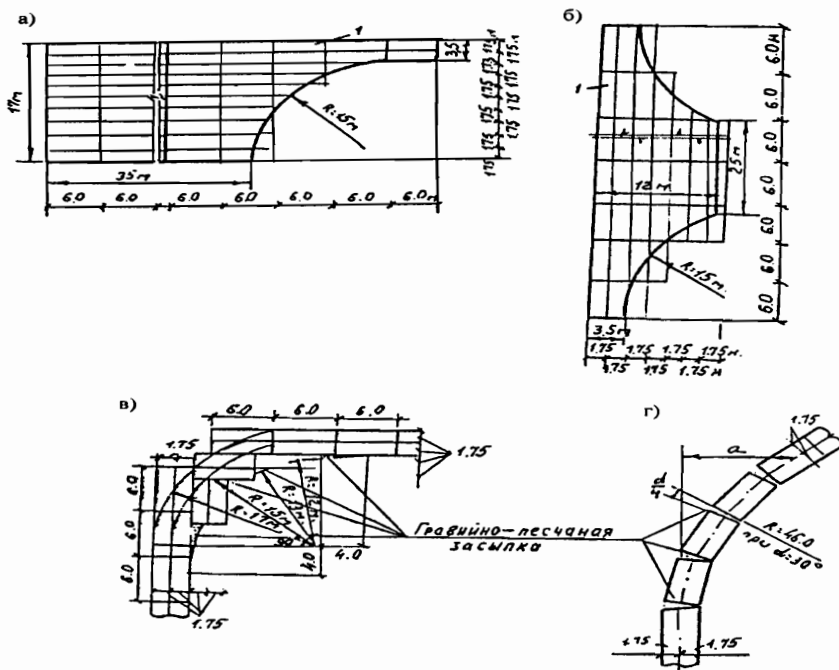


Рис. 3.14. Временные дороги для автомобильного транспорта из сборных железобетонных плит: а - тупиковая дорога с разворотной площадкой; б - уширение дороги для стоянки автотранспорта; в, г - схемы поворотов из плит 6,0×1,75 м и 3,0×1,75 м

Исходными данными для проектирования временных дорог под самоходные стреловые краны являются: схема движения крана; тип крана; нагрузки, создаваемые краном; технические (лабораторные) заключения о грунтах под дорогой; технические характеристики сборных железобетонных плит или других изделий (материалов), ис-

пользуемых в качестве основания дорог; период года и продолжительность эксплуатации.

Конструкцию временных дорог строительных кранов определяют расчетом несущей способности грунтов. Для кранов автомобильных, пневмоколесных и на спецшасси определяют величину напряжения в грунте под выносной опорой крана, которую сравнивают с допускаемой для грунта данной дороги.

При грузоподъемности самоходных стреловых кранов 50 т и более, необходима проверка расчетом не только несущей способности грунтов, но и расчет сборных железобетонных плит на изгиб, так как нагрузка на каждую опору может превышать 800 кН.

Для проверки несущей способности грунта под гусеницами крана принимают расчетную схему, когда монтаж производится при стреле, расположенной поперек гусениц крана.

На стройгенплан наносится схема дорог с указанием размеров, радиусов поворота, направления движения, въезда-выезда, типа покрытия, мест очистки и мойки колес, места установки схемы движения транспорта.

Дороги, расположенные на строительной площадке, требуют ежедневной чистки, а автотранспорт перед каждым выездом на постоянные дороги - не только очистки, но и мойки, особенно колес.

Правилами охраны природной среды после мойки грязная вода перед тем, как будет спущена в водостоки, должна быть очищена.

Для решения указанных задач у въезда со строительной площадки автомобильный транспорт проходит мойку на специально построенных площадках с устройством очистных сооружений.

Очистные сооружения для мойки машин применяют двух типов: подземные и надземные. Первые выполняют из железобетона, вторые - металлическими.

Стенд со схемой движения транспорта размещают у въезда на строительную площадку. На щите показан план строительной площадки с нанесенными строящимися зданиями, открытыми и закрытыми складами, временными и постоянными дорогами, направлениями движения транспорта, пожарными гидрантами и т.д.

### ***3.3.5. Действующие и временные подземные, наземные и воздушные сети и коммуникации***

Действующие инженерные сети выявляют на генплане и геоподоснове строительной площадки. Их следует рассматривать в двух аспектах: перекладываемые и остающиеся на строительной площадке на весь основной период возведения здания или до окончания строительства инженерных сооружений их замещающих, после чего их разбирают.

Перекладка постоянных инженерных сетей производится в подготовительный период возведения зданий, поэтому их показывают только на стройгенплане подготовительного периода.

Действующие подземные коммуникации оказывают влияние на принятие определенных решений при проектировании технологии производства работ. Необходимо их учесть при составлении схем размещения временных автотранспортных дорог, проектировании рельсовых путей под башенные краны, дорог для самоходных стреловых кранов и т.д.

Наибольшее влияние оказывают воздушные линии электропередач, которые вводят жесткие ограничения в технологию производства работ за счет образования зон постоянно действующих опасных производственных факторов. Размеры этих зон зависят от напряжения в линии электропередач и составляют от 1,5 до 9 м в каждую сторону от проводов. Кроме того, линии имеют охранные зоны, которые значительно превышают указанные размеры. Поэтому работа в этих зонах допускается только в соответствии с решениями проекта производства работ, исключающими поражение работающих электрическим током.

По границам опасной зоны должны быть установлены предохранительные ограждения.

Временные сети и коммуникации на различных этапах возведения здания могут меняться. Однако, вводы, выпуски, главные линии являются постоянными.

При проектировании временных сетей необходим расчет их мощности по максимальному расходу. При этом подсоединение временных сетей к постоянным осуществляется с учетом отпущенных мощностей для стройки и мест расположения точек врезки.

На стройгенплан наносят постоянные и временные сети, линии электропередач и опасные зоны от их воздействия, а также временные инженерные сооружения.

### ***3.3.6. Размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, площадок складирования и укрупнительной сборки конструкций***

Размещение постоянных и строящихся зданий и сооружений на стройгенплане производится по данным генплана объекта с предварительным уточнением ситуации на месте будущей строительной площадки.

Временные здания и сооружения подбираются по результатам расчетов. Их номенклатура и технические параметры должны соответствовать характеру возводимого здания.

Территорию в пределах границ участка, отведенного для строительства, следует разделить на несколько зон: зону производства основных видов строительных работ; зону выполнения вспомогательных процессов (погрузо-разгрузочные работы, сборочные работы, приготовление бетона и т.д.), площадки для хранения изделий и материалов, укрупнительной сборки, а также зону размещения административных и санитарно-бытовых помещений.

При проектировании мест расположения площадок и помещений складирования материалов и конструкций, укрупнительной сборки конструкций необходимо учитывать следующее:

закрытые временные здания (склады, мастерские и др.) размещают вне границ опасных зон и должны иметь автотранспортные подъезды;

открытые площадки складирования изделий и материалов проектируют в зонах действия кранов, вне зон с постоянно действующими опасными производственными факторами, опасной зоны от отлета предметов при падении со здания. При этом необходимо учитывать технические характеристики грузоподъемности кранов с точки зрения возможности подъема (разгрузки) изделий при максимальном удалении на площадке;

площадки для укрупнительной сборки конструкций располагают вне зоны действия основного монтажного крана. При этом необходимо предусмотреть место установки локального крана;

площадки для монтажа башенных кранов должны иметь минимальные размеры, определяемые расчетным путем, исходя из технических характеристик.

На рис. 3.15 приведена технологическая схема разгрузки сборных железобетонных элементов стреловым краном и условия их складирования. Для обеспечения технологичности производства работ зона расположения крана размещается на специальной площадке, прилегающей к временной дороге, что позволяет расположить транспортное средство и обеспечить требуемый вылет стрелы. Складирование конструкций должно осуществляться в зоне действия башенного крана, причем более массивные конструкции располагаются ближе к оси крана. Складская зона снабжается проходами в продольном и поперечном направлениях.

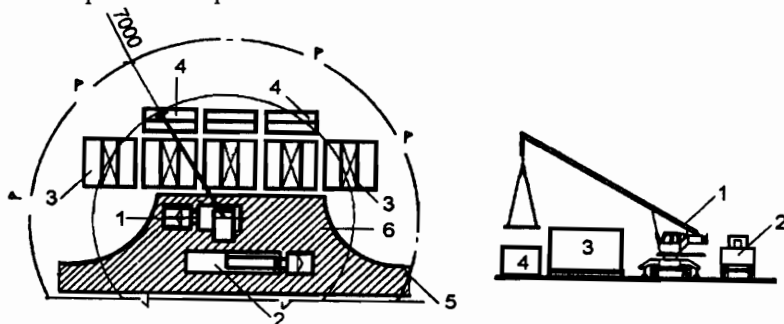


Рис. 3.15. Технологическая схема разгрузки сборных железобетонных элементов самоходным стреловым краном: 1 – кран; 2 – автотранспорт; 3 – пирамиды для стеновых панелей; 4 – место складирования плит перекрытия; 5 – временная дорога; 6 – уширение дороги

Площадки складирования должны иметь твердое покрытие, минимальные уклоны (для стока воды), быть незатопляемыми, для чего при необходимости по периметру устраивают кюветы. Они, как правило, выполняются из сборных железобетонных плит на технологической прослойке из песка или имеют песчано-гравийное основание.

Строящееся здание на стройгенплане показывают в виде его контура с главными осями и осями, определяющими его конфигурацию, и необходимыми размерами между ними. Постоянные и временные здания изображают в виде их контуров. Площадки дополнительно имеют надписи по назначению и габаритные размеры.

На стройгенплане показывают схемы движения рабочих в виде пешеходных зон: вход на строительную площадку (проходная), в санитарно-бытовой городок (гардеробные), на рабочие места, в складские помещения и т.д.

Для подъема людей на этажи используют лестничные клетки, сооружение которых не должно отставать от возведения других конструкций этажа (яруса) здания. При высоте более 25 м для подъема рабочих применяют грузопассажирские подъемники, которые обычно устанавливают из расчета один подъемник на одну-две секции дома.

Пешеходные дорожки выполняются из гравийно-песчаной смеси или сборных железобетонных плит. При уклонах более  $20^{\circ}$  пешеходные дорожки оборудуют трапами или лестницами с ограждениями.

Обеспечение чистоты на рабочих местах и проходах является неременным условием культуры производства и производительного труда рабочих.

Строительный мусор, образовавшийся в виде отходов при выполнении строительных процессов на этажах (ярусах), удаляют двумя основными способами: по закрытым желобам опускается в мусоросборники, под которые через определенное время подается автотранспорт, и мусор вывозится; кранами (подъемниками) собранный в контейнеры мусор с этажей опускается на специально отведенные места.

Следует отметить, что мусоросборники, в основном, применяются при реконструкции зданий, когда образовывается большое количество отходов от разбираемых конструкций.

Кроме того, в санитарно-бытовой зоне предусматривают места для установки контейнеров с целью сбора бытовых отходов.

На стройгенплане показывают места установки мусоросборников и контейнеров, с указанием их габаритов и привязки.

Размещение источников и средств энергоснабжения и освещения строительной площадки, расположение заземляющих контуров указываются на стройгенплане в виде схем. Они являются результатом специального расчета проекта производства работ по временному энергоснабжению строительной площадки.

Минимальный объем временного электроснабжения строительства здания принимается согласно расчету потребной электрической мощности и определению типа трансформатора, пусковых аппаратов; сечений, длин и марок проводов (кабелей); установки электрооборудования на стройгенплане.

В целях электробезопасности работающих все металлические части электрооборудования необходимо заземлять (башенные краны, подъемники, распределительные устройства и т.д.).

Заземляющие устройства чаще всего выполняют по контурам. На стройгенплане показывают контуры, заземляющие стержни, их размеры, расстояние между ними, соединительные проводники, перемычки между рельсами крановых путей и т.п.

Для обеспечения точности геометрических параметров возводимых зданий на строительной площадке создается геодезическая разбивочная основа в виде разбивочной сети с выносом по контуру главных осей здания.

При возведении группы зданий показывают места расположения знаков плановой и высотной разбивочной основы.

При строительстве отдельных зданий на стройгенплане показывают только знаки закрепления главных осей здания - не менее 4-х на каждую ось. Знаки высотной разбивочной основы совмещают с плановой основой и располагают на расстоянии не менее 1,5 Н (высоты) здания.

#### **3.4. Технологические карты на выполнение отдельных видов работ**

Технологические карты являются составной частью организационно-технологической документации производства работ по возведению зданий и должны составлять самостоятельный раздел проекта производства или являться приложением к нему. С точки зрения технологии строительного производства это важнейший раздел проекта производства работ, который должен разрабатываться с использованием соответствующей типовой документации.

Состав и содержание разделов типовых технологических карт хорошо известны. Тем не менее одному из восьми разделов - "Требования к качеству и приемке работ" - следует уделить дополнительное внимание из-за того, что большинство карт не содержит ряд требований, предъявляемых строительными нормами и правилами и государственными стандартами. Технологические карты должны содержать схемы входного и операционного контроля; эскизы конструкций; контролируемые операции или процессы; объем (выборку) контроля, определенный по соответствующим государственным стандартам и СНИП; контролируемые параметры и показатели их качества; время и способы контроля; перечни инструментов и приборов, применяемых для контроля.

Технологические карты разрабатывают по видам работ на строительные процессы: на производство общестроительных, монтажных и специальных строительных работ; на работу, входящую в комплексный технологический процесс, в результате выполнения которой создаются законченные конструктивные элементы, а также части зданий и сооружений, технологическое оборудование, трубопроводы, системы вентиляции, автоматизации и др.

В то же время технологические карты, разработанные в различных регионах РФ, отличаются рядом параметров вследствие применения различных материалов и средств механизации. Поэтому в каждом конкретном случае требуется адаптация основных положений технологических карт к реальным условиям производства.

Как правило, технологические карты разрабатывают только в случаях применения новых материалов, строительных машин, изделий, когда необходимо освоение новых технологий. Иногда они разрабатываются при необходимости выполнения одновременно на одной захватке двух и более взаимосвязанных и технически сложных работ.

Технологические схемы имеют различные содержание и назначение и разрабатываются вместо проекта производства работ для несложных объектов. Они могут быть только технологическим элементом проекта производства работ.

Так, при возведении зданий из сборных конструкций разрабатываются:

- схемы разбивки этажа на захватки;
- технологическая последовательность монтажа конструкций в виде сквозной нумерации всех вертикально и горизонтально расположенных элементов этажа с учетом выполнения работ по захваткам;
- схемы использования оснастки для временного закрепления и выверки неустойчивых элементов конструкций здания;
- обозначения элементов, которые должны иметь постоянное закрепление до их расстроповки;
- указания по демонтажу оснастки для различных конструктивных элементов;
- схемы расстановки ограждений опасных зон;
- перечень монтажной оснастки с указанием технологических параметров.

Для монтажа неустойчивых элементов и конструкций необходим выбор монтажных приспособлений для их закрепления. Чтобы не проектировать новые приспособления, необходимо осуществлять их подбор по различным каталогам. Монтажная оснастка для временного закрепления и выверки элементов конструкций здания должна рассчитываться на сочетание следующих трех видов нагрузок: от массы устанавливаемых элементов, от нагрузок регулирующих винтов при выверке конструкций и воздействия ветра.

Технологическая схема может служить составной частью проекта производства работ на возведение надземной части здания. Она содержит конкретные решения по пространственному параметру технологического процесса, предметам труда, средствам производства, исполнителям и т.д.

В качестве примера на рис. 3.16 а показана схема последовательности монтажа вертикальных конструкций на одной из захваток при возведении детского дошкольного учреждения, а на рис. 3.16 б - расстановки монтажной оснастки для их временного закрепления.

Для обеспечения безопасных условий труда предусматриваются временные ограждения опасных зон к моменту начала монтажа очередного яруса здания (рис. 3.16 в). Временные ограждения демонтируются непосредственно перед монтажом конструкций на месте их установки.

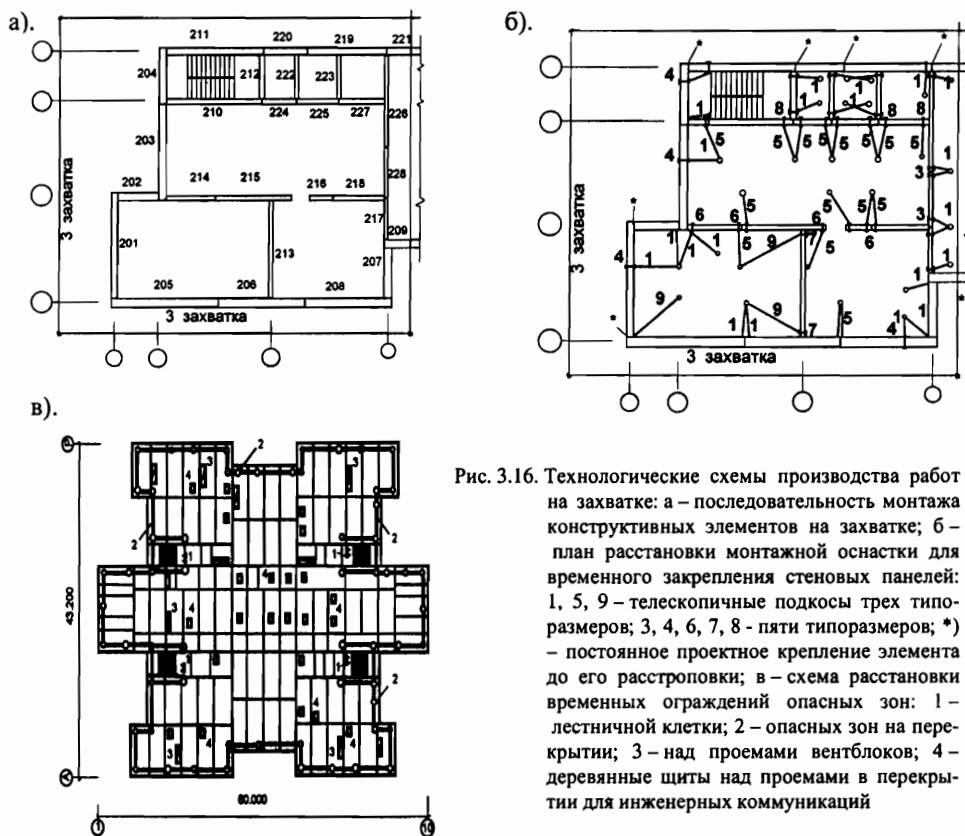


Рис. 3.16. Технологические схемы производства работ на захватке: а – последовательность монтажа конструктивных элементов на захватке; б – план расстановки монтажной оснастки для временного закрепления стеновых панелей: 1, 5, 9 – телескопические подкосы трех типоразмеров; 3, 4, 6, 7, 8 – пяти типоразмеров; \*) – постоянное проектное крепление элемента до его расстроповки; в – схема расстановки временных ограждений опасных зон: 1 – лестничной клетки; 2 – опасных зон на перекрытии; 3 – над проемами вентблоков; 4 – деревянные щиты над проемами в перекрытии для инженерных коммуникаций

### 3.5. Технологический инвентарь, монтажная оснастка и средства защиты работающих

В проекте производства работ устанавливается перечень и объем технологического инвентаря, оснастки и средств защиты работающих. Он составляется на основе прора-



ботанных и запроектированных решений по всем разделам проектов производства работ: на подготовительные работы, возведение подземной или надземной частей.

В перечень включаются грузозахватные приспособления, средства подмащивания, приспособления для устойчивого хранения элементов конструкций, монтажная оснастка для временного закрепления и выверки элементов конструкций, временные ограждающие устройства и т.д.

Перечень представляет собой таблицу, в которой, кроме наименования технологической оснастки, указывается требуемое количество, архивный номер рабочих чертежей и организация-разработчик. Он составляется по разделам.

Например, для монтажа надземной части крупнопанельного здания требуется номенклатура технологического оснащения по шести разделам:

*складской инвентарь*: склад-пирамида, кассета, шкаф для хранения баллонов с ацетиленом, шкаф для хранения баллонов с кислородом, лестница высотой 1,2 м, указатели марок изделий;

*контейнеры и тара*: ящики контейнеры (для раствора, для асфальта, утепленный для раствора), траверсный футляр для пакетов кирпича на поддонах, лари (для закладных деталей, инструмента), контейнер для монтажной оснастки;

*грузозахватные приспособления*: универсальная траверса с дистанционной отцепкой крюков, стропы, захваты (для труб мусоропровода, лестничных маршей), траверса для подъема санитарно-технических кабин;

*монтажные приспособления*: подкосы телескопические (различной длины), струбцины (с разными зевами), стойка для закрепления перегородки, инвентарная петля, монтажная связь, зажимы для закрепления панелей, монтажная опора;

*инвентарь для производства работ*: площадка для сварщика и монтажника, столик стремянка для разделки стыков, лестница для подъема на следующий этаж, вышка прожекторная поэтажная, подмости телескопические, передвижная площадка для монтажника, мусоропровод, мусороприемник;

*временные ограждения*: щит лифтовой шахты, ограждения дверного проема шахты лифта, крановых путей, опасных зон вблизи строящегося здания, опасных зон на перекрытии, лестничной клетки.

В общей сложности для возведения надземной части требуется около 40 наименований различной технологической оснастки и приспособлений. Следует отметить, что в перечисленную номенклатуру не включены приспособления, контейнеры и инвентарь для производства общестроительных и специальных работ, осуществляемых по совмещенной технологии.

Нормативные документы предусматривают, что проекты производства работ должны содержать номенклатуру устройств, приспособлений и средств индивидуальной и коллективной защиты работающих и потребность в них.

Речь идет о предотвращении или уменьшении до допустимых пределов воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов:

повышенных излучений - инфракрасных, ионизирующих, электромагнитных, лазерных;

повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, статического электричества;

повышенных (пониженных) температур воздуха.

Особо следует обратить внимание на меры по нормализации освещения помещений и рабочих мест, применению устройств и средств коллективной защиты работающих от температурных перепадов, пониженной или повышенной влажности воздуха, воз-

действия механических факторов - перемещающихся изделий, падающих с высоты предметов и др.

К средствам индивидуальной защиты относятся спецодежда, спецобувь, средства защиты рук, головы, лица, предохранительные пояса для защиты от падения с высоты и т.д.

Для правильного подбора грузозахватных приспособлений требуется знать способы захвата изделия (за петли, при помощи вставляемых в специальные отверстия инвентарных захватов, безпетлевой подъем и т.д.); места расположения, количество и расстояние между точками захвата; центр тяжести изделия для исключения перекоса при установке на растворную постель; необходимость кантования изделия из транспортно-го в монтажное положение и т.д.

Следует отметить, что количество грузозахватных приспособлений, используемых на одном объекте (кране), должно быть минимальным. Многократная их замена приводит к дополнительным операциям, снижающим производительность труда рабочих и увеличивающим себестоимость работ.

### **3.6. Складирование изделий, материалов, оборудования**

На стройгенплане указываются места расположения площадок и помещений для складирования материалов, изделий и конструкций, а также порядок складирования с учетом поэлементной раскладки.

Способы складирования и хранения изделий (материалов) указываются в технических условиях заводов-изготовителей.

Большинство железобетонных и гипсобетонных изделий требуют складирования их в положении, близком к проектному. Например, панели гипсобетонных перегородок складировются с наклоном от вертикали не более  $10^0$  и т.д.

Основными способами складирования являются: укладка в штабели устойчивых элементов, а для неустойчивых с использованием инвентарных приспособлений - в кассеты и пирамиды.

При складировании должно соблюдаться главное требование - обеспечение устойчивости штабелей или сборных элементов, установленных в кассеты или пирамиды. Размеры прокладок принимаются на 20 мм больше высоты выступающих монтажных петель или высоты (толщины) грузозахватного приспособления, если строповка (захват) производится снизу складировемого изделия. Прокладки располагаются в одной вертикальной плоскости по всей высоте штабеля. При укладке в пирамиды нельзя допускать их перегрузку или одностороннюю загрузку.

### **3.7. Обеспечение устойчивости зданий и конструктивных элементов в процессе возведения**

При проектировании технологии возведения зданий главным требованием строительных норм и правил является обеспечение устойчивости и пространственной жесткости. Особенно актуальным это требование становится при возведении зданий большой протяженности или высоты.

Возведение конструктивных элементов зданий следует начинать с пространственно-устойчивой части и в дальнейшем производить пространственно-устойчивыми ячейками, секциями, пролетами, ярусами. С этой точки зрения каждая конструктивная

система зданий характеризуется только ей присущими параметрами, которые и являются решающими при определении размеров и количества захваток. Эти параметры определяют направление и последовательность возведения несущих конструкций. Нарушение технологической последовательности возведения полносборных зданий может привести к аварийным ситуациям. Во избежание этого требуется устройство временных связей или использование дополнительной удерживающей монтажной оснастки.

Для определения границ захваток необходимо изучить принятые в проектной документации планировочные и конструктивные решения здания, его компоновочные схемы - конструктивные ячейки, определяющие пространственную жесткость и устойчивость конструкций здания с тем, чтобы предотвратить опрокидывание возводимых конструкций под действием горизонтальных нагрузок. Следует обратить особое внимание на технические характеристики узлов сопряжения конструктивных элементов, от порядка и качества исполнения которых в значительной степени зависит пространственная жесткость и неизменяемость геометрических параметров здания. Для зданий различных конструктивных схем приемы обеспечения устойчивости и пространственной жесткости достигаются различными приемами и методами.

**В крупнопанельных системах зданий** несущими конструкциями являются стены и перекрытия. Наиболее распространенная схема - здания с поперечными несущими стенами с узким (до 4,2 м) и с широким шагом (до 9 м).

Одной из конструктивных систем крупнопанельных зданий являются здания с тремя продольными несущими стенами.

Крупнопанельные здания общественного назначения, чаще всего, имеют смешанную схему.

Конструктивной основой, обеспечивающей устойчивость здания, является пространственная система, состоящая из сборных железобетонных элементов, где роль горизонтальных диафрагм жесткости выполняют перекрытия, а функции вертикальных - поперечные и продольные стены.

Крупнопанельная ячейка зданий с поперечными несущими стенами при узком шаге их расположения состоит из 5...6 элементов: одной панели наружной стены и трех панелей внутренних стен, которые перекрываются одной-двумя панелями перекрытия. Каждая последующая ячейка состоит из 4...5 аналогичных элементов. Узлы сопряжения, как правило, выполняются на сварке и замоноличиваются раствором или бетонной смесью.

Следовательно, каждая ячейка является устойчивой конструкцией, а многоячеековая несущая система крупнопанельного здания обладает высокой пространственной жесткостью. Поэтому при определении границ захваток фактор устойчивости не является решающим. Важно, чтобы все ячейки в пределах захватки были закончены монтажом до перехода на последующую.

В крупнопанельных зданиях с широким шагом поперечных стен могут быть предусмотрены участки, на которых располагаются монолитные продольные (поперечные) диафрагмы жесткости.

В высотных зданиях (более 22 эт.) короткие панели несущих поперечных стен могут создать достаточную пространственную жесткость. Особенно это относится к системам крупнопанельных зданий с широким шагом поперечных стен. В таких зданиях применяются планировочные решения ширококорпусных зданий с целью развития поперечных стен для восприятия горизонтальных нагрузок. Кроме планировочных ре-

шений могут применяться конструктивные решения в виде устройства диафрагм жесткости, расположенных в межсекционных стенах, расположения ядер жесткости и др. В этом случае, в габариты первой захватки должны входить указанные элементы, которые необходимо возводить одновременно или с опережением.

В крупнопанельных зданиях с продольными несущими стенами конструкциями, воспринимающими горизонтальные поперечные нагрузки, как правило, являются лестничные клетки. Иногда эта функция может быть возложена и на межсекционные стены. В этом случае указанные проектные решения и определяют минимальный размер захватки. Здания указанной конструктивной системы возводятся не более 9 этажей, поэтому ветровые нагрузки значительно меньше и опасность опрокидывания конструкций ниже.

Таким образом, с точки зрения обеспечения устойчивости, минимальный размер захватки должен быть не менее конструктивной ячейки.

**Блочные системы зданий** возводятся из блоков и состоят из вертикальных несущих конструкций внутренних стен, ненесущих ограждающих конструкций наружных стен и плит перекрытия. Максимальный пролет между несущими стенами - 7,2 м.

Блочная конструктивная ячейка собирается из более мелких элементов, чем панельная, и может иметь двух- или трехрядную разрезку. Количество элементов в ячейке 20 и более: простеночные, подоконные, перемычечные (верхнего ряда) наружных стен, простеночных и перемычечных внутренних стен, настилы перекрытия. Верхний ряд блоков выполняет роль обвязочного железобетонного пояса.

В целом пространственная конструкция достаточно жесткая, состоит из объединенных продольных и поперечных стен и плит перекрытия. Однако, такой результат достигается только после монтажа всех стеновых элементов ячейки, секции или этажа здания, сварки и заделки стыков узлов примыкания конструктивных элементов.

Технология монтажа блочных зданий имеет свои отличительные особенности от других конструктивных систем, которые влияют на устойчивость возводимых конструкций. Главное из них - монтаж ведется рядами разрезки стен в пределах захватки: сначала нижний, затем верхний ряды. Устанавливаемые блоки устойчивы, что исключает необходимость их временного закрепления монтажной оснасткой. Однако, при значительной высоте монтажного горизонта (высотные здания) ветровые нагрузки сильно возрастают, и монтируемые стены по традиционной технологии становятся неустойчивыми даже в первом районе скоростного напора ветра. Требуется принять одно из двух возможных решений: временно закреплять блоки удерживающей оснасткой или до минимума сократить размеры захваток. Первое значительно снижает производительность монтажников и ведет к удорожанию себестоимости строительно-монтажных работ. Поэтому для верхних этажей монтируемого здания рациональнее уменьшить размеры захваток в пределах двух-трех поперечных осей монтажного яруса (3...4 конструктивные ячейки).

**Каркасные конструктивные системы зданий** применяют при возведении общественных и промышленных зданий.

Конструктивная каркасная ячейка состоит из 13...15 элементов - колонн, ригелей, плит перекрытия, простеночных, ленточных, поясных панелей наружных стен и др.

Устойчивость такой ячейки зависит от конструктивной схемы здания и технических решений по узлам сопряжения элементов здания. Во многих случаях пространственная каркасная ячейка является неустойчивой. Поэтому для принятия решений по технологии монтажа каркасов зданий во всех случаях необходимо установить, какие элементы

несущей системы выполняют функцию восприятия горизонтальных нагрузок, передачи их на фундаменты, а также места их расположения.

По способу обеспечения пространственной жесткости каркасные системы многоэтажных зданий подразделяются на рамные, связевые и рамно-связевые.

Особенностью связевой системы каркаса, получившего наиболее широкое применение, являются шарнирные узлы сопряжения колонн, ригелей с колоннами. Такая схема требует установки вертикальных диафрагм жесткости в двух направлениях. В этом случае обеспечивают устойчивость здания горизонтальные ветровые нагрузки, действующие на наружные стены, воспринимаются горизонтальными дисками-перекрытиями и передаются на вертикальные диски-диафрагмы жесткости. Они, в свою очередь, передают нагрузки на фундаменты и основания. Таким образом, общая устойчивость здания обеспечивается совместной работой перекрытий, поперечных и продольных стен жесткости.

Необходимо обратить внимание на расположение диафрагм жесткости. Как правило, их шаг не превышает 36 м по длине здания. Расстояние от торца здания до первой поперечной диафрагмы жесткости обычно составляет не более 18 м. Здания большой протяженности делят на температурные отсеки. Обычно их длина не превышает 60 м и каждый такой блок с точки зрения технологии возведения зданий может рассматриваться как отдельное сооружение.

В зданиях со связевым каркасом за устойчивую пространственную ячейку принимается та, в которую вошли элементы продольных и поперечных стен жесткости. Она и определяет размеры захваток при монтаже зданий.

При возведении каркасных зданий связевой системы высотой более 20 этажей часто диафрагмы жесткости устраивают в виде замкнутой пространственной системы - ядра жесткости, которая может выполняться в монолитном или сборно-монолитном вариантах. Указанные ядра должны возводиться с опережением или одновременно с монтажом каркаса здания. Как правило, это самостоятельная захватка.

Рамная система каркасных зданий характеризуется конструкциями рам и их расположением. Рамы бывают пространственными и плоскими. Плоские рамы располагаются в двух направлениях - в продольном и поперечном.

Рамы состоят из колонн и ригелей, имеют жесткие узлы сопряжения, воспринимают горизонтальные нагрузки в своей плоскости расположения.

Пространственная рама образует устойчивую конструктивную ячейку после замоноличивания узлов сопряжения.

Расположение плоских рам характерно: для промышленных зданий в поперечном направлении, для производственных зданий в продольном направлении, а в сейсмических районах в обоих направлениях. Устойчивость здания обеспечивается совместной работой дисков перекрытия и системой рам. Следует обратить внимание, что в продольном направлении рамы располагаются на значительном расстоянии. Следовательно, принимаемая захватка должна включать участок здания, на котором имеются продольная и поперечная рамы.

Рамно-связевая система каркасных зданий предусматривает восприятие горизонтальных нагрузок в одном направлении рамами, а в другом, из плоскости рам, вертикальными диафрагмами жесткости. Они устанавливаются между колоннами и жестко соединяются, так как рассчитаны на совместную работу. Они могут быть в виде металлических решеток, сборных или монолитных железобетонных элементов, стен лест-

ничных клеток. Расположение стен жесткости в плане здания определяют границы минимальных захваток.

При определении размера захваток учитывается продолжительность работ по сварке и замоноличиванию стыков, поэтому устойчивость конструктивной ячейки будет обеспечена после набора требуемой прочности бетона, что является необходимым для начала монтажа последующего яруса.

Каркасные здания с безбалочными перекрытиями рассматриваются как рамные системы и включают несущие конструкции, состоящие из колонн, капителей, межпролетных и пролетных плит перекрытия сплошного сечения.

Одноэтажные промышленные здания характеризуются различными архитектурно-планировочными и конструктивными решениями. С точки зрения пространственной устойчивости с определенной долей условности можно рассматривать две схемы - плоскостную и пространственную системы зданий.

Наиболее распространенной конструктивной схемой является плоскостная система, основу которой составляют поперечные рамы, состоящие из колонн и несущих конструкций покрытия. Рамы могут быть с жесткими или шарнирными верхними узлами. Во втором случае колонны жестко заделывают в фундаменты. Покрытие, состоящее из ферм (балок) и плит, представляет собой жесткий диск и обеспечивает совместную работу поперечных рам.

Для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости конструкций во многих случаях устраивают специальные связи. Они бывают двух типов - горизонтальные и вертикальные, которые размещают на различных уровнях по высоте конструктивных элементов.

Чтобы правильно запроектировать последовательность или очередность возведения конструкций одноэтажных промышленных зданий, необходимо определить места установки связей как в продольном, так и в поперечном направлениях. Если монтаж нельзя начинать с ячейки, где расположены связи между колоннами (она устойчива), то требуется предусмотреть установку временных связей.

Конструктивные решения зданий в значительной степени определяют технологию их монтажа, которая осуществляется раздельным, комплексным и смешанным методами. При их выборе с учетом обеспечения пространственной жесткости возводимых конструкций определяются габариты захваток.

**В объемно-блочной системе зданий** используются блочная, блочно-панельная, блочно-каркасная и блочно-ствольная конструктивные схемы.

По блочной схеме возводятся здания, как правило, до 9 этажей и они собираются из жестких объемных блоков в пространственную систему, обладающую достаточной устойчивостью. В связи с тем, что узлы соединения гибкие, необходимо осуществлять монтаж горизонтальными ярусами.

Блочно-панельная система применяется при строительстве общественных зданий, где требуются большие свободные пролеты. В этом случае между объемными блоками располагают элементы крупнопанельных зданий - стеновые панели и панели перекрытий. Для обеспечения устойчивости конструкций сначала монтируют объемные блоки, а затем элементы крупнопанельной системы, обеспечивая замоноличивание всех узлов сопряжения.

Блочно-каркасная и блочно-ствольная конструктивные схемы применяются для возведения зданий большой этажности. В них каркас или ядро жесткости выполняют функции несущих конструкций, а объемные блоки - самонесущие. Ядра жесткости

(стволы) могут возводиться из сборных, сборно-монолитных и монолитных конструкций.

Основными факторами, влияющими на надежность статической работы полносборных зданий, являются правильный учет, обоснование и обеспечение устойчивости и геометрической неизменяемости строительных конструкций в процессе монтажа.

Они зависят от последовательности сборки, точности установки и устройства стыковых соединений. Нарушение этих требований приводит к дополнительным напряжениям в узлах сопряжений и конструктивных элементах зданий. При определенных условиях возможно возникновение ситуаций, приводящих к снижению надежности зданий в процессе монтажа или эксплуатации.

Обеспечение устойчивости монтируемых конструкций и пространственной жесткости элементов зданий является многофакторной задачей, решение которой зависит от объемно-планировочных, конструктивных и организационно-технологических факторов.

Условие надежной статической работы конструктивных элементов, которое обеспечивает его устойчивость в данный момент времени, может быть описано соотношением:

$$R \geq \sigma_M,$$

где  $R$  - приведенная прочностная характеристика конструктивного элемента, а  $\sigma_M$  - напряжение в элементе, которое является функцией основных и дополнительных нагрузок, вызванных возникновением продольных сил и моментов вследствие нарушения точности установки, последовательности монтажа, очередности сварки стыков и других причин.

Каждый фактор в отдельности может не превышать допуски, но их невыгодное сочетание может привести к отказу. Такое сочетание, как правило, носит случайный характер. Вероятность отказа конструктивных элементов, обеспечивающих устойчивость здания:

$$P(t) = 1 - Y[Y + \Delta Y(t)],$$

где  $Y$  - усилие, которому соответствует несущая способность конструкций элементов и их технологических сопряжений. Этот показатель зависит от последовательности установки (горизонтальная, вертикальная или смешанная схемы), методов монтажа (свободный, ограниченно свободный или принудительный), внешних условий (климатических, видов монтажной оснастки и оборудования, складирования и транспортирования) и внутренних силовых воздействий.

При возведении многоэтажных зданий вероятность безотказной работы и обеспечение устойчивости монтажных элементов и частей здания должна быть не менее заданной величины  $P_3$ :

$$P_M \geq P_3 = \prod_{i=1}^k (1 - P_i),$$

где  $P_i$  - вероятность состояния элементов каркаса при их монтаже.

На рис. 3.17 показана схема каркаса многоэтажного здания и графики уровня надежности элементов, обеспечивающих его устойчивость в процессе монтажа.

Очевидно, что для нижних этажей требуется более высокий уровень надежности и устойчивости элементов, что достигается повышением точности изготовления конструкций, выверки, временного и окончательного закрепления при монтаже. Для элементов здания вышележащих этажей уровень надежности может быть снижен, но должен оставаться в пределах требования норм.

При возведении этажей 1-6 (участок I) необходимы технологические средства, обеспечивающие надежность устойчивости каркаса и точность установки элементов с характеристиками  $X_3$ , для этажей 7-12 (участок II) от  $X_2$  до  $X_3$  и для этажей 13-18 (участок III) от  $X_2$  до  $X_1$ .

В процессе возведения каркаса высотного здания для обеспечения его устойчивости необходимо строго соблюдать условия технологических и конструктивных взаимосвязей выполняемых работ: каждый последующий ярус возводимого каркаса может выполняться только после проектного закрепления смонтированных конструкций нижнего яруса.

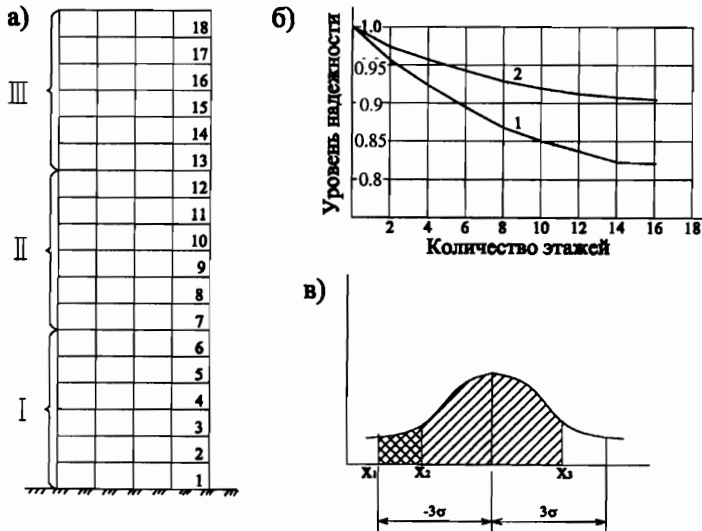


Рис. 3.17. Схема селективного отбора при резервировании монтажной устойчивости строительных конструкций многоэтажного каркасного здания: а – схема здания; б – зависимость уровня надежности устойчивости монтажных элементов при свободном (1) и ограниченно-свободном (2) методах монтажа; в – кривая распределения допустимых отклонений

В практическом плане устойчивость возводимых конструкций рассматривают в двух плоскостях: устойчивость отдельных элементов конструкций каркаса стен (перекрытий) и устойчивость свободно стоящих стен.

Принято считать, что панели стен, колонны, крупноразмерные элементы перегородок, блоки однорядной разрезки, фермы являются неустойчивыми элементами и поэтому при монтаже их временно закрепляют различными удерживающими приспособлениями.



Основными нагрузками, вызывающими опрокидывание конструкций при выполнении монтажных работ, является ветровое воздействие и сила тяжести самого элемента. Взаимодействие сил в зависимости от схемы опирания приведено на рис. 3.18.

Опрокидывающий момент определяется исходя из условий приложения нагрузок и их расстояния относительно точки вращения.

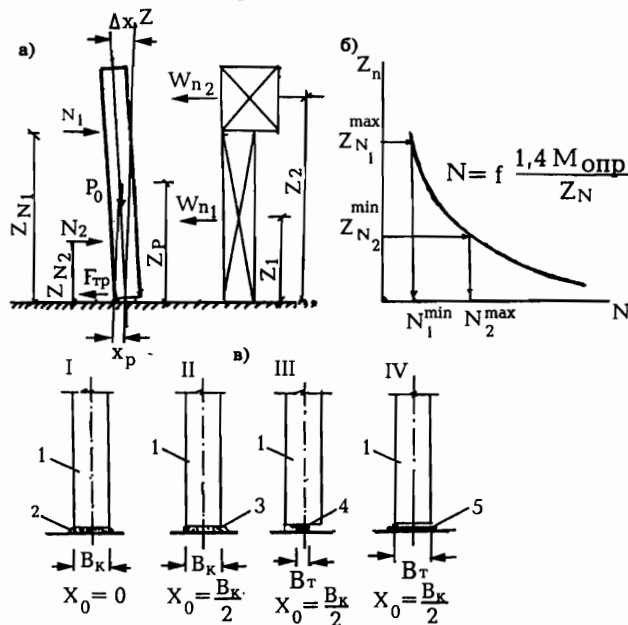


Рис. 3.18. Расчетные схемы для оценки устойчивости монтируемых конструкций: а - расчетная схема; б - график зависимости  $N$ ; в - схема расположения шарнира опрокидывания; I - на бетонной подливке; II - на постели из цементно-песчаного раствора; III - на центрирующей прокладке; IV - на приторцованных поверхностях: 1 - монтируемый сборный элемент; 2 - бетонная подливка; 3 - цементно-песчаная постель; 4 - центрирующая прокладка; 5 - маяк

$$M_{опр} = M_g - M_p = \sum_{i=1}^k W_{ni} \cdot z_i - (X_0 - X_p) \cdot P_k,$$

где  $M_g$  и  $M_p$  - моменты силы ветрового воздействия и сила тяжести относительно шарнира опрокидывания;  $W_{ni}$  - сосредоточенные силы от полного ветрового воздействия;  $Z_i$  - плечо действия ветровой нагрузки;  $X_0$  - расстояние от оси монтируемого элемента до шарнира опрокидывания;  $B_k$ ,  $B_\tau$  - ширина опорной части конструкции и центрирующей прокладки;  $X_p$  - отклонение центра тяжести конструкции от вертикальной оси;  $P_k$  - масса конструкции.

Основная сила, действующая на элемент для выверки и временного крепления (струбина, кондуктор), может быть определена из соотношения:

$$N = \frac{1,4 \left[ \sum_{i=1}^k W_{ni} \cdot X_i - P_k (X_0 - X_p) \right]}{Z_N},$$

где 1,4 - коэффициент запаса устойчивости;  $Z_N$  - плечо силы  $N$ .

Для определения параметра силы  $N$  в зависимости от точки приложения используется график (рис. 3.18 б).

Временно закрепленные конструкции со свободным опиранием могут потерять устойчивость при опрокидывании относительно шарнира закрепления. Тогда опрокидывающий момент может быть оценен следующей зависимостью:

$$M'_{опр} = \sum_{i=1}^k W_{ni} (Z_i - Z_N) - F_{mp} \cdot Z_N,$$

где  $F_{mp}$  - сила трения, возникающая при перемещении конструкции по опорной поверхности (рис. 3.18 в).

$$F_{mp} = P_k \cdot f,$$

где  $f$  - коэффициент трения между поверхностями конструкции и опоры.

Для обеспечения устойчивости конструкции должно выполняться условие:

$$Z_N^{\min} > \sum_{i=1}^k \frac{W_{Ni} (Z_i - Z_N)}{F_{mp}}.$$

Максимальную высоту закрепления конструкции  $Z_N^{\min}$  следует назначать из условий выполнения монтажных операций и применяемых средств выверки.

Определение максимальных усилий позволяет произвести расчет средств выверки и временного крепления конструкций - подкосов, струбин, кондукторов и т.п.

Для повышения интенсивности монтажа с соблюдением монтажной устойчивости необходимо использовать специальные средства принудительной выверки и временного крепления, а также переход от сборки из отдельных элементов к укрупненным плоским и объемным конструкциям. Такое решение создает условия резервирования надежности основных узлов. Уровень резервирования, как правило, требует дополнительных затрат на применение специальной оснастки, средств выверки и окончательного закрепления конструкций.

На рис. 3.19 а приведены кривые распределения неvertикальности колонн при свободном методе монтажа, ограниченно свободном, с использованием одиночных кондукторов и рамно-шарнирных индикаторов. Приведенные зависимости свидетельствуют

ют о существенном повышении точности монтажа при использовании специальных средств выверки и временного крепления.

При монтаже панелей внутренних стен (рис. 3.19, б) свободный метод монтажа обеспечивает достаточную точность установки панелей, однако, после наложения связей наблюдается (кривая 2) некоторое снижение точности установки за счет деформаций, возникающих в узлах при сварке закладных деталей. Дальнейшие отклонения системы от проектного положения наблюдаются в момент монтажа панелей перекрытия (кривая 3) за счет увеличения деформаций в узлах сопряжения.

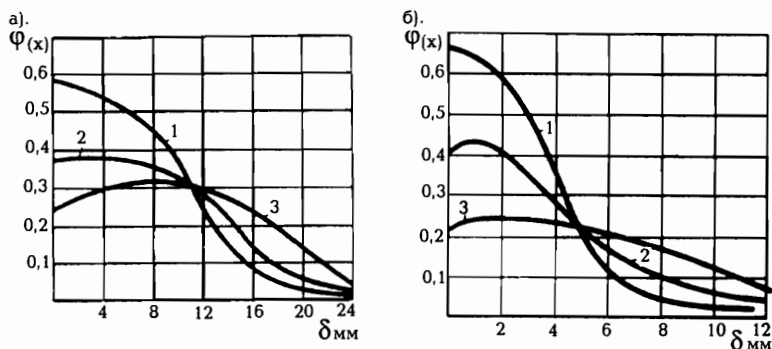


Рис. 3.19. Графики распределения отклонений  $\delta$  при монтаже: а – кривые распределения отклонения колонн от вертикали при монтаже: 1- с использованием РШИ; 2- свободный монтаж; 3- с использованием одиночных кондукторов; б – кривые распределения погрешностей положения панелей внутренних стен: 1- до наложения связей; 2- после установки связевых систем; 3- после укладки плит перекрытия;  $\Phi(x)$  - плотность вероятностей

Создание систем для регламентированных процессов монтажа требует дополнительных затрат, что связано с усложнением и удорожанием монтажного оснащения, оборудования и фиксирующих устройств. Себестоимость работ при свободном процессе монтажа ниже, чем при регламентированном. Однако, при учете всех дополнительных затрат, связанных с исправлением дефектов и повышением точности установки элементов, регламентированные процессы способствуют снижению себестоимости производства.

На рис. 3.20 приведены зависимости между точностью и себестоимостью монтажа при свободных и регламентированных процессах. Пересечение кривых свидетельствует о наличии такого значения точности, где стоимости свободных и регламентированных процессов равны. Отсюда устанавливаются области: I-целесообразного использования регламентированных средств, II - свободного монтажа.

Зона рационального применения регламентированных процессов монтажа существенно расширяется с увеличением высоты зданий и конструктивной сложности сооружений. Так монтаж каркасных зданий с помощью группового монтажного оснащения, несмотря на увеличение затрат в 1,5 раза, экономически целесообразен для значения точности установки до  $\delta = 10$  мм.

Для зданий блочной конструктивной системы, а также возводимых из кирпича, для которых не предусмотрены средства временного крепления, требуется производить расчет устойчивости их элементов.

Расчет устойчивости стенового блока производят по двум параметрам - на опрокидывание и на сдвиг в плоскости опирания на ранее смонтированную конструкцию.

Устойчивость блока обеспечивается при выполнении условия:

$$\frac{M_{уд}}{M_{опр}} \geq 1,2,$$

где  $M_{уд}$  - удерживающий момент;  $M_{опр}$  - опрокидывающий момент относительно проекции ребра блока, вокруг которой он вращается при опрокидывании.

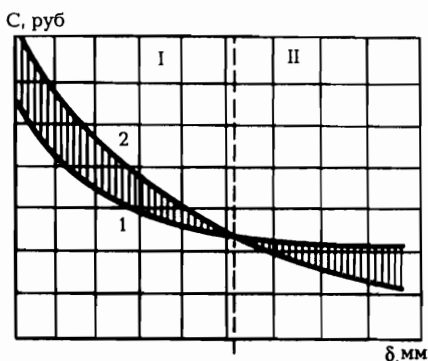


Рис. 3.20. Зависимость между точностью  $\delta$  монтажа сборных элементов и себестоимостью  $C$  работ при свободных (1) и регламентированных (2) процессах: I- область рационального использования регламентированных процессов; II- область свободного монтажа

Удерживающий момент является функцией массы блока и его толщины.

При определении опрокидывающего момента в качестве опрокидывающей силы выступает ветровая нагрузка, определяемая по СНиП. Она зависит не только от географического района расположения объекта, но и высоты, на которой устанавливаются блоки. Например, если при монтаже 3-го этажа здания принять ветровую нагрузку за единицу, то при монтаже 13-го этажа она достигнет величины 1,5, а 20-го этажа 1,7. Из-за этого, при монтаже высотных зданий, как правило, монтируемые блоки верхних этажей требуют временно-го закрепления.

При расчете стенового блока на сдвиг определяют сдвигающую блок силу и силу, удерживающую блок. В качестве первой выступает ветровая нагрузка на блок, а второй масса блока и коэффициент трения "связевого" раствора в шве.

Устойчивость стенового блока на сдвиг обеспечивается при выполнении условия:

$$\frac{P_{уд}}{P_{сдв}} \geq 1,2.$$

Устойчивость свободно стоящих стен в пределах конструктивных ячеек рассматривают идентично. Как правило, такие расчеты необходимо выполнять только при возведении кирпичных зданий и зданий блочной конструктивной системы.

В некоторых случаях отдельно стоящие кирпичные стены имеют большую длину между поперечными стенами и даже при средней свободной высоте в процессе возведения становятся неустойчивыми, т.к. не связаны с перекрытиями.

### 3.8. Проектирование общего технологического процесса возведения зданий и сооружений

Проектирование следует начинать с детального изучения проектной документации объекта и подбора аналогов организационно-технологических схем и других данных по технологии строительства идентичных или имеющих сходные архитектурно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений.

Модели основных технологий возведения зданий различных конструктивных систем приведены в главе 2, и любая из них предусматривает расчленение общего процесса строительства на три периода возведения, которые, в свою очередь, состоят из технологических циклов - определенных комплексов работ, присущих для данного этапа возведения зданий. Они, в первую очередь, характеризуются параметрами ведущих работ.

Расчленение общего технологического процесса на циклы позволяет осуществлять проектирование как отдельных, условно законченных процессов. Таким образом, проектирование общего технологического процесса, с определенной долей условности, можно рассматривать как разработку технологической цепочки возведения здания, состоящей из 3...4 ведущих работ.

Общий технологический процесс возведения зданий состоит из строительных процессов, имеющих различные связи внутри и между собой.

Так, параметры ведущих процессов в циклах должны быть подчинены или "согласованы" с параметрами вспомогательных процессов.

Параметры ведущих процессов не должны нарушать основных принципов технологии возведения зданий и сооружений, а создавать благоприятные условия для функционирования смежных строительных процессов: своевременное открытие для них достаточного фронта работ, создание безопасных пространственных захваток, механизация работ по подъему на ярусы и перемещению по этажам необходимых материалов, изделий, конструкций.

Производственный процесс возведения зданий и сооружений протекает в пространстве и во времени. Его структуру определяют пространственные параметры - участки, захватки, рабочие места, фронт работ. Временные параметры характеризуют продолжительность общего, ведущего и вспомогательных процессов.

Основными критериями при определении пространственных параметров являются: обеспечение устойчивости, пространственной жесткости и геометрической неизменяемости в процессе возведения части здания в пределах захватки;

необходимость одновременного функционирования наряду с ведущими процессами по монтажу, кладке или бетонированию несущих конструкций здания смежных процессов общестроительных и специальных работ, которые развиваются параллельно на смежных захватках;

создание безопасных условий работ на захватках;

достаточность фронта работ для непрерывной загрузки не только ведущего, но и смежных процессов;

создание условий для строгого соблюдения технологических регламентов и режимов в процессах для обеспечения требуемого качества, увязка размеров захваток с ритмом процессов (потоков);

экономическое обоснование размеров захваток с точки зрения минимальных затрат на техническое оснащение ведущих процессов;

создание условий для комплексной механизации не только ведущих процессов, но и других работ;

примерное равенство объемов работ на захватках.

Временные параметры строительного процесса возведения зданий основаны на точных методах организации строительства.

Строительные процессы во времени можно осуществлять параллельными, последовательными и поточными (последовательно-параллельными) методами производства работ.

При последовательном методе переход на последующую захватку осуществляется после окончания работ на предыдущей (рис. 3.21). Общая продолжительность работ равна произведению длительности (времени) работы на одной захватке на их число:

$$T = t \cdot m,$$

где  $T$  - общая продолжительность работ;  $t$  - продолжительность производства работ на одной захватке;  $m$  - число захваток.

Параллельный метод предусматривает совмещение во времени (одновременное параллельное выполнение) на захватках строительных процессов (рис. 3.22). Общая продолжительность работ:

$$T = t.$$

Поточный метод является сочетанием последовательного и параллельного методов производства работ (рис. 3.23).

В поточном методе производства работ различают:

**цикл** - производственные процессы, происходящие в течение определенного промежутка времени. По окончании цикла получают законченную продукцию или полуфабрикат;

**ритм потока  $K$**  - продолжительность цикла на одной захватке, или модуль цикличности;

**шаг потока  $K_0$**  - интервал времени между началом работ, выполняемых на данной захватке одной бригадой или звеном рабочих, и началом работ на этой же захватке следующей бригады или звена;

**частный поток** - последовательное выполнение одного процесса на различных захватках (участках);



Рис. 3.21. Линейный график производства работ на строительном объекте последовательным методом

Технологические процессы	Циклы технологического процесса возведения здания	Участки работ на строительном объекте $m$	Календарное время $T$			
			I	II	III	IV
Строительно-монтажные, специальные и специализированные процессы	№ I	№ 1	I	II	III	IV
	№ II	№ 2	I	II	III	IV
	№ III	№ 3	I	II	III	IV
№ IV		I	II	III	IV	
$T = t$						

Рис. 3.22. Линейный график выполнения строительных процессов параллельным методом производства работ

Технологические процессы	Потоки $n$	Календарное время $T$ / захватки $m$				
		1	2	3	4	5
№ 1, № 2, № 3	№ А					
№ 4, № 5, № 6, № 7	№ Б					
№ 8, № 9	№ В					
№ 10, № 11, № 12	№ Г					
$\sum_{i=1}^n = n$ $n = 4$						
		$T$				
		$m = 5$				

Рис. 3.23. Линейный график, построенный на примере объединения строительных процессов при возведении здания в равноритмичный поток в функции календарного времени

специализированный поток - совокупность частных потоков, объединенных общей продукцией в виде элементов или частей зданий;

объектный поток - совокупность специализированных потоков, продукцией которых является законченный объект;

комплексный поток - совокупность объектных потоков, необходимых для возведения разнотипных зданий и сооружений, объединенных в общий комплекс.

По характеру ритмичности строительные потоки подразделяют на ритмичные с одинаковой или кратной продолжительностью цикла на захватке и неритмичные, в которых продолжительность цикла на захватке различна.

При ритмичном потоке с  $K = K_0$  продолжительность частного потока  $t$  выражается зависимостью:

$$t = m \cdot K.$$

Закономерность всего строительного потока имеет следующий вид:

$$T = mK + (n - 1)K \text{ или } T = K(m + n - 1),$$

где  $n$  - число технологических циклов, выполняемых на каждой захватке.

Данная закономерность строительного потока изменяется при включении в поток строительных процессов (например, бетонные, штукатурные и другие работы), при выполнении которых необходимы определенные технологические перерывы.

Тогда закономерность строительного потока примет вид:

$$T = K(m + n - 1) + \sum \Delta t,$$

где  $\sum \Delta t$  - сумма технологических перерывов во времени между отдельными процессами на каждой захватке.

В развитии строительного потока фиксируются три периода: развитие потока  $T'$ , установившийся поток  $T''$  и свертывание потока  $T'''$ . Обычно продолжительность периодов развития и свертывания потока одинакова:

$$T' = T''' = K(n - 1).$$

Период установившегося потока:

$$T'' = T - (T' + T''') = K(m + n - 1) - 2K(n - 1) = K(m - n + 1).$$

При этом только установившаяся форма потока отвечает требованиям поточного производства. Поэтому при назначении числа захваток следует учитывать, что минимальное их число должно быть  $m_{min} \geq n + 1$ , так как в этом случае сохраняется установившаяся форма потока.

Для организации строительного потока объект строительства разбивают на равные или примерно равные по трудоемкости захватки. Каждая захватка имеет свой фронт работ, который занимает рабочая бригада, осуществляющая один частный поток.

Наибольшую сложность представляет проектирование поточного производства работ цикла, в котором предусмотрено возведение несущих и ограждающих конструкций с использованием грузоподъемных кранов. В этом случае под захваткой следует понимать не только фронт работ на монтажном горизонте, но и все ниже расположенное пространство под ним, где одновременно с монтажом могут выполняться другие работы, в том числе и комплексной бригадой, осуществляющей монтаж. В этом случае не-



монтажные звенья представляют собой самостоятельный поток со своими захватками. Следовательно, в этом технологическом цикле приоритетное значение имеет поток возведения несущих конструкций, на основе параметров которого (захватки, ритм) проектируются потоки смежных процессов. Ритм монтажного потока (продолжительность процесса на захватке) определяется выработкой крана. Для одновременно осуществляемых смежных потоков величина показателя ритма сохраняется (уменьшается, увеличивается) регулированием численности рабочих.

Разновидности строительных потоков, краткая их характеристика и методы осуществления приводятся в табл. 3.4.

Таблица 3.4

№ п/п	Наименование строительных потоков и методов их осуществления	Краткая характеристика
1	Равноритмичный поток	Ритмы всех процессов одинаковы и равны ритму потока
2	Краткоритмичный поток	Процессы с неодинаковыми, но кратными ритмами. Ритм потока равняется ритму ведущего процесса
3	Неритмичный поток с однородным изменением ритма	Ритмы ведущего и смежных процессов однородны только на одноименных захватках. Ритм потока на захватках переменный
4	Неритмичный поток с неоднородным изменением ритма	Ритм потока на захватках переменный. Ритм ведущего и смежных процессов на одноименных захватках различен
5	Поточно-операционный метод	Расчленение строительного процесса на поточно выполняемые операции. Например, окраску поверхностей производят четыре звена (потока), каждое из которых выполняет только определенные операции
6	Поточно-расчлененный метод	Расчленение строительного процесса на простые рабочие процессы. Например, операции и процессы штукатурных работ объединяют в несколько технологических групп (потоков): первая - провешивание стен и установка маяков; вторая - нанесение обрызга и грунта; третья - разделка углов, лузг, узелков, оконных и дверных откосов; четвертая - нанесение накрывки и затирка поверхностей
7	Поточно-циклический метод	Выполнение отделочных работ, расчлененных на пять последовательных циклов (потоков), с ритмичным переходом с одной захватки на другую: штукатурные работы - малярные работы (первый этап) - настилка полов - малярные работы (второй этап), настилка рулонных полов, обработка паркетных полов
8	Поточно-конвейерный метод	Дальнейшее развитие поточно-циклического метода: захваткой является не отдельный этаж или секция, а здание

## ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

В подготовительный период строительства зданий и сооружений решают ряд задач, связанных с освобождением площадки (пятна) застройки и обеспечением транспортными коммуникациями, энергоресурсами, теплом, водой, линиями связи, складами, бытовыми помещениями и т.д. Технология строительных процессов подготовительного периода возведения здания или сооружения предусматривает выполнение комплекса работ, предшествующих основному периоду строительства, которые создают необходимые и благоприятные условия для производства работ.

Каждое здание (сооружение), кроме внутренней, в пределах площадки, имеет внешнюю систему подземных инженерных коммуникаций, сети автомобильных или железнодорожных дорог, а предприятия добывающей и некоторых других отраслей промышленности - сети подвесных дорог и транспортных конвейеров.

Проектирование технологии работ подготовительного периода для промышленных предприятий в отличие от жилищно-гражданского строительства имеет свои особенности.

Принципиальное различие в технологиях работ подготовительного периода строительства промышленных предприятий от объектов жилищного и гражданского назначения заключается в том, что на объектах промышленного строительства наряду с работами по созданию условий для выполнения работ основного периода строительства за счет строительства временных зданий и сооружений, выполняются работы по возведению объектов постоянного назначения - энергетического, транспортного, складского, административного назначения, возводятся инженерные и технологические коммуникации и т.д. Они выполняются как на строительной площадке (внутриплощадочные работы), так и за ее пределами (внеплощадочные работы).

Совмещенная технология работ подготовительного периода позволяет значительно сократить общую продолжительность строительства промпредприятия и снизить затраты на временные здания и сооружения.

Так, при строительстве машиностроительного завода в подготовительный период строятся постоянные инженерные сети (противопожарно-хозяйственный и производственный водопровод, водостоки, канализация, тепловая и кабельные сети, линии связи и сигнализации и др.), дороги (автомобильные, железнодорожные пути), здания заводоуправления, лаборатории, гараж, склады и открытые площадки для хранения заводской продукции и некоторые другие здания и сооружения. При этом здание заводоуправления в период основного строительства может использоваться в качестве бытовых помещений рабочих, служебных комнат инженерно-технических работников, столовой и т.д.

Не менее сложным является проектирование производства работ по застройке новых территорий в городах и населенных пунктах.

До начала застройки крупного района жилыми домами и объектами инфраструктуры требуется выполнить значительный объем работ по освоению этой территории. Так, для одного из новых районов Москвы, с численностью населения 50 тыс. чел., указанные работы составили: городские дороги – более 150 тыс. кв. м, подземные коммуникации: водопровод - 18 км, канализация - 8,3 км, илопровод - 2,4 км, теплосеть - 6,9 км, водосток - 10,1 км, пруды-регуляторы и отстойники поверхностных вод - 4,6 га и т.д. Кроме того, требуется прокладка 80 км новых подземных высоковольтных линий и

демонтаж существующих наземных линий. Потребовалось построить насосную канализационную станцию.

Освоение работ по городским инженерным коммуникациям, сооружениям и дорогам открывает фронт работ для их выполнения в кварталах этой территории - внутриквартальной инженерной подготовки территорий. Эти работы выполняются с максимально возможным совмещением, предварительно разбив площадь застройки на отдельные пусковые комплексы. Только после завершения работ по освоению городских и внутриквартальных территорий появляется возможность возведения поадресных зданий и сооружений.

Технология работ подготовительного периода включает: работы на площадках промышленных предприятий; освоение городских территорий и площадок населенных пунктов; работы подготовительного периода для отдельного здания или сооружения.

Подготовительные работы при строительстве промышленных предприятий следует рассматривать как решение комплекса задач, включающих общезаводские работы и работы по возведению отдельных корпусов предприятия.

Подготовительные работы при освоении городских территорий имеют свои ведущие технологические процессы по созданию комплекса сооружений или инженерных коммуникаций городского назначения.

#### **4.1. Общий технологический процесс работ подготовительного периода**

Примерная модель комплекса работ подготовительного периода приведена на рис. 4.1. Она предназначена для возведения отдельно стоящего здания и включает в себя часто встречающиеся работы этого периода и выполняемые на строительной площадке.

Общий технологический процесс состоит из двух циклов. В первом цикле выполняются многочисленные работы, объединенные одной целью - освободить пятно застройки и выполнить черновую вертикальную планировку площадки, соблюдая правила охраны окружающей природной среды.

В этот цикл, кроме работ, связанных с пересадкой и корчеванием деревьев, снятием растительного слоя и планировкой площадки, входят работы по вскрытию, разборке и переносу подземных коммуникаций, сносу надземных и подземных частей зданий, а также рекультивации земель. Объемы работ и технология их производства могут существенно отличаться и требовать применения различных средств механизации и затрат труда.

Достаточно большой объем работ возникает при выполнении подготовительного периода, когда площадка находится в стесненных условиях городской среды. Наличие близлежащих зданий требует мероприятий по обеспечению устойчивости фундаментов, существующих зданий, а замена подземных коммуникаций - применение специальной техники и технологии.

Снос старых построек также сопряжен с большими трудозатратами на разборку, транспортировку и утилизацию материалов.

Завершение работ первого цикла создает условия для осуществления строительных процессов второго цикла: возведение временных зданий, сооружений и коммуникаций, а также устройство ограждения строительной площадки.

Технологические циклы и их структура		Технологическая последовательность выполнения работ
<b>Первый цикл. Освобождение площадки застройки</b>		
1	Пересадка деревьев и кустарников	-
2	Валка и разделка стволов, уборка пней деревьев	-
3	Очистка растительного слоя от корней	-
4	Снятие растительного грунта, вывозка и обволочивание для сохранности	-
5	Устройство поверхностного водоотвода с регуляторами и отстойниками	—
6	Прокладка инженерных коммуникаций вне пятен застройки взамен сносимых	—
7	Отключение, вскрытие и разборка подземных коммуникаций обратная засыпка траншей	-
8	Снос надземных частей зданий и сооружений	-
9	Снос подземных частей зданий и сооружений	-
10	Осушение территории	—
11	Снятие, сбор и вывоз зараженного грунта	—
12	Черновая вертикальная планировка территории	—
13	Рекультивация земель	—
<b>Второй цикл. Возведение зданий и сооружений для создания необходимых условий для производства работ основного периода строительства</b>		
1	Ограждение строительной площадки	—
2	Строительство временных зданий и сооружений	—
3	Возведение временных зданий и сооружений	
	3.1 Санитарно-бытовых	—
	3.2 Административных	—
	3.3 Производственных	—
	3.4 Складских	—
	3.5 Площадок открытого хранения материалов и конструкций	—
	3.6 Сборочных площадок	—
4	Прокладка и возведение инженерных коммуникаций и сооружений	
	4.1 Водоснабжения	—
	4.2 Теплоснабжения	—
	4.3 Водостоков и канализации	—
	4.4 Электроснабжения	—
	4.5 Телефонизации	—
5	Создание геодезической разбивочной основы	—

Рис. 4.1. Модель технологического процесса работ подготовительного периода

С учетом возможного сочетания строительных процессов примерная технологическая последовательность выполнения работ предусматривает совмещенный график производства работ.

## **4.2. Вертикальная планировка площадки и охрана окружающей природной среды**

Строительные процессы подготовительного периода представляют различные работы по освоению площадки застройки и связаны с регламентами природоохраны. Правила охраны окружающей природной среды требуют выполнения ряда работ: по рекультивации земель, извлечению из недр природных ресурсов, предотвращению вредных выбросов в почву, атмосферу и т.д.

По этой причине площадки под строительство производственных предприятий, жилых домов и объектов инфраструктуры, при размещении их на местах залегания месторождений общераспространенных полезных ископаемых, осваиваются только при наличии заключений о целесообразности застройки этих площадей.

Государственные стандарты по охране окружающей среды определяют, что под термином “рекультивация земель” следует понимать комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности земель.

Работы на отведенных трассах под дороги и коммуникации связаны с нарушением почвенного покрова, поэтому в первом цикле работ подготовительного периода должно уделяться особое внимание сбору и сохранности не только растительного грунта, но и потенциально плодородных слоев.

Сохранность снятого плодородного слоя почвы заключается в том, чтобы не допустить его загрязнения и засорения отходами производства, сточными водами, строительным мусором, камнями, предохранять от химического загрязнения, исключить возможность его смешивания с нерастительным грунтом при срезке, транспортировании или после укладки в гурты.

Рекультивация земель предусматривает технический и биологический этапы.

При проведении технического этапа рекультивации выполняются следующие основные работы:

- грубая и чистая планировка поверхности отвалов, засыпка нагорных и водоотводных каналов;
- освобождение рекультивируемой поверхности от крупногабаритных обломков пород, производственных конструкций и строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием;
- оформление остаточных траншей и укрепление откосов;
- создание и улучшение структуры рекультивационного слоя;
- покрытие поверхности равномерными слоями потенциально плодородными породами и плодородными слоями почвы;
- посев трав или восстановление древесной и кустарниковой растительности или посадка их вновь.

Мощность снимаемого плодородного и потенциально плодородных слоев устанавливается на основе оценки плодородия отдельных горизонтов основных типов почв различных пригородных зон.

Биологический этап рекультивации земель осуществляется после полного завершения технического этапа. Он включает комплекс агротехнических мероприятий по вос-

становлению плодородия земель (известкование и гипсование, внесение повышенных доз органических и минеральных удобрений, макро- и микроудобрений и т.д.).

Второй этап вертикальной планировки производится в завершающем цикле возведения здания, когда строительная площадка освобождается от строительных машин, подъемников, бытовых городков, временных складов и др. На этом этапе объемы перемещаемого и укладываемого грунта должны быть минимальными.

### **4.3. Технология строительства и демонтажа временных автомобильных дорог и площадок для хранения изделий**

В подготовительном периоде возведения зданий строят сеть автомобильных дорог, необходимых для создания условий выполнения производственных процессов в основном периоде строительства зданий, обслуживания рабочих, обеспечения пожарной безопасности и многих других целей.

Дороги строят по постоянной схеме их расположения на генплане и в проектных отметках, по схемам временных дорог стройгенпланов, по смешанной схеме. Площадки для складирования изделий (материалов), укрупнительной сборки конструкций и др. сооружают по решениям проектов производства работ.

На рис. 4.2 приведен стройгенплан на подготовительный период возведения 3-х секционного жилого здания. Кроме временных сетей осуществлена привязка мест установки крана, временных и постоянных дорог, площадки для бытового городка, зоны аварийных подъездов, разъездов, ограждений и т.п. Работы, связанные с обустройством площадки, выполняются до осуществления основного цикла производства работ по возведению подземной части здания.

Технологическая схема возведения временных дорог состоит из устройства земляного полотна, песчаного подстилающего слоя и укладки дорожных плит.

Производство работ ведется по захваткам с применением землеройно-транспортных и уплотняющих машин, а также мобильного монтажного крана для укладки железобетонных плит покрытия.

Наиболее часто в качестве дорожного основания (покрытия) при устройстве временных дорог применяются дорожные плиты из железобетона. Как правило, это плиты длиной до 6 м, сплошного сечения, толщиной до 170 мм.

Технологический процесс устройства дорожного основания из железобетонных плит состоит из работ по укладке плит и разделке их швов. Железобетонные плиты укладывают стреловыми кранами способами "от себя" или "с грунта" - сбоку от дороги.

На ряде участков дорожной сети на строительной площадке нет необходимости устройства бетонных оснований, так как они предназначены для разового движения большегрузного транспорта (монтаж - демонтаж башенных кранов, подъемников, подъезды и проезды для пожарных машин) или для движения машин малой грузоподъемности. В этом случае устраиваются грунтовые дороги (устройство земляного полотна; раскладка и распределение щебня; увлажнение и уплотнение щебеночного основания (покрытия)).

Временные дороги из сборных железобетонных плит могут использоваться в качестве основания постоянных дорог, при условии, если они проложены по трассам постоянных дорог и имеют проектные земляное полотно и подстилающий слой. В случае

соответствия этим требованиям, производится ремонт разрушенных плит, выравнивание основания, набетонка и некоторые другие работы.

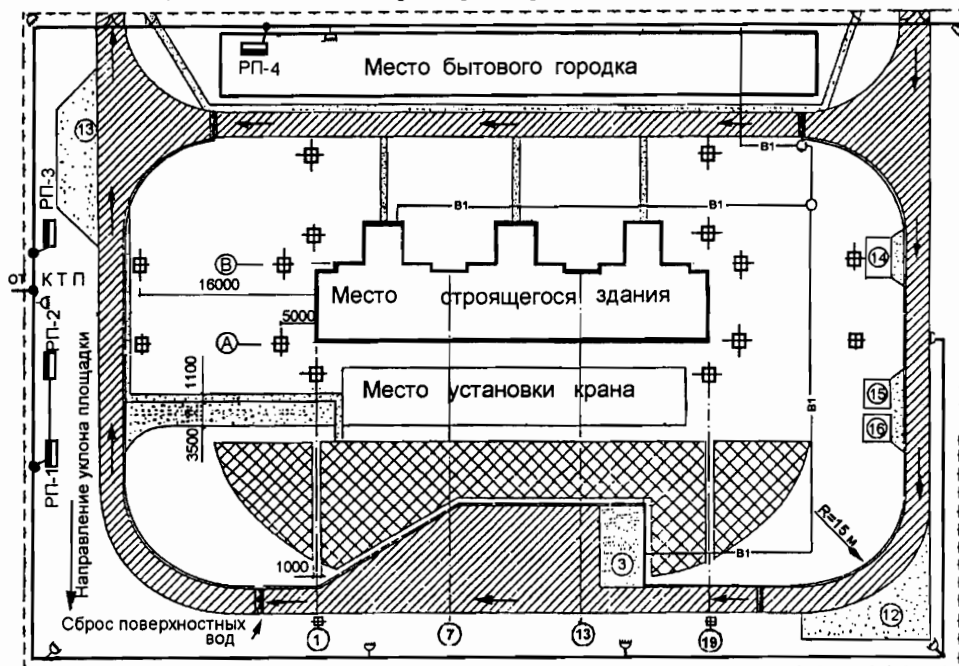


Рис. 4.2. Стройгенплан на подготовительный период возведения здания

В остальных случаях производят демонтаж плит и снятие подстилающего слоя.

#### 4.4. Возведение временных административных и санитарно-бытовых зданий

Используемые для нужд строительства временные здания могут быть в виде одиночных контейнеров, блокируемых контейнеров, автофургонов, а также сборно-разборных зданий. Последний тип временных зданий требует устройства фундаментов. Бытовые здания могут быть одноэтажными и двухэтажными.

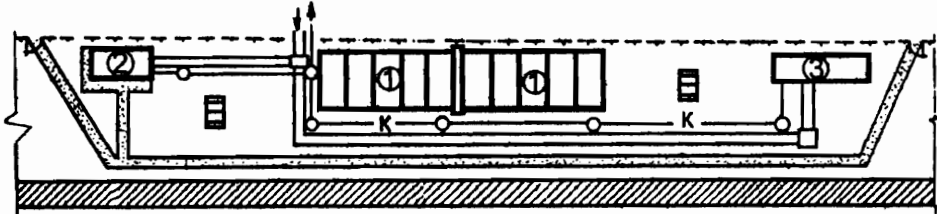


Рис. 4.3. Бытовой городок на 120 чел: 1 – бытовые здания контейнерного типа системы "Универсал", блокированные в 2 этажа; 2 – туалет; 3 – автостоловая

На рис. 4.3 показана планировка одного из таких бытовых городков на 120 чел. Основные помещения - гардеробные, душевые, для обогрева и отдыха рабочих, инженерно-технических работников и др. расположены в здании контейнерного типа, имеющего два этажа.

Временные административные и бытовые здания размещаются в специально отведенной на строительной площадке территории или за ее пределами, но с учетом проложенных инженерных коммуникаций, а также элементов обустройства. Такой комплекс принято называть бытовым городком.

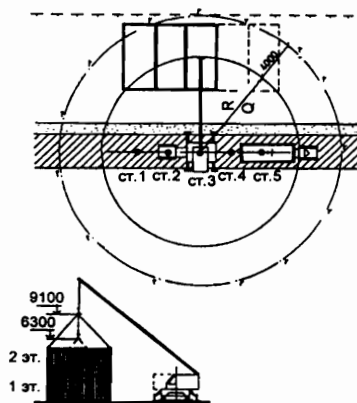
В подготовительный период строительства производится весь комплекс строительных и специальных работ по устройству площадки бытового городка. Монтаж самих зданий обычно производится в несколько этапов: незначительная часть в подготовительном периоде, затем перед возведением надземной части здания и, наконец, к началу производства отделочных работ - по мере развертывания строительных работ.

В зависимости от несущей способности грунтов и массы применяемых контейнеров они устанавливаются:

- непосредственно на спланированную площадку. В этом случае площадка под контейнером должна быть спланирована без уклонов и укатана слоем щебня;
- на дорожные плиты;
- на железобетонные подкладки.

Масса одиночных контейнеров составляет от 3 до 6 т, что позволяет вести их монтаж мобильными кранами.

Технологическая схема монтажа временных зданий из контейнеров, расположенных в два этажа, приведена на рис. 4.4. Монтаж производится непосредственно с транспортных средств.



Последовательность монтажа предусматривает установку с каждой стоянки по два контейнера - один первого этажа и один второго этажа.

После окончания монтажа всех контейнеров производится установка по торцам блоков лестниц для входа в помещения второго этажа. Затем производится заделка стыков между сблокированными контейнерами и их подключение к инженерным коммуникациям.

Рис. 4.4. Технологическая схема монтажа временных бытовых зданий контейнерного типа



# ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

## 5.1. Общие положения

Первые крупнопанельные дома появились в конце пятидесятих годов. Этапы развития крупнопанельного домостроения представляют собой последовательную модернизацию и совершенствование архитектурно-планировочных решений, конструкций зданий и технологии их возведения. По внешнему признаку их объединяет этажность: до 5, 9, 12, 16...25 этажей.

Здания до пяти этажей (первое поколение) состояли из прямолинейных секций, имели узкий шаг в 2,6...3,2 м несущих стен (малогабаритные помещения), совмещенные санитарно-технические узлы, ширина корпусов не превышала 10...11 м. Монтаж их осуществлялся башенными кранами грузоподъемностью до 5 т.

Неудовлетворительные архитектурно-планировочные решения и недостатки в основных конструкциях зданий в значительной степени были устранены в "девятэтажках". Тем не менее отсутствие разнообразия вариантов архитектурно-планировочных решений и многовариантности фасадных решений по ритмике и пластике архитектурных деталей не обеспечили качественного развития крупнопанельного домостроения и на этом этапе.

Современное крупнопанельное домостроение позволяет возводить здания сложной конфигурации в плане и различной этажности. Для создания более просторных помещений в квартирах шаг между несущими стенами составляет 4,2...9,0 м. Эркеры служат украшением не только фасадов, но и интерьеров. В трех-, четырех-, пятикомнатных квартирах предусмотрено по два санитарно-технических узла, а в мансардных помещениях – квартиры свободной планировки. Следует отметить, что в крупнопанельной системе зданий могут возводиться дома с квартирами не только рядового, но и так называемого элитного жилья, а также с малогабаритными квартирами для семей малой численности. Площадь однокомнатной квартиры в таких домах (на одного человека) не превышает 23 кв.м. В квартирах элитного жилья она достигает 80 кв. м и более.

Расширить градостроительные возможности крупнопанельных задний помогают многочисленные архитектурные приемы. Они отличаются друг от друга не только расположением и конструкцией лоджий, балконов или эркеров, но и возможностью создания мансардных этажей. Характер отделки наружных стен разнообразный: облицовка разноцветными плитками, окраска, рельефные рисунки, фактура под естественные камни и др. Если фасадные панели облицованы "под кирпич", то создается впечатление, что здание кирпичное. Цоколь и первые этажи могут облицовываться плитами из натурального камня или возводиться из панелей с фактурой под "рваный камень". Для заполнения оконных проемов применяют блоки со стеклопакетами.

Развитие крупнопанельного домостроения направлено на повышение комфортности проживания, энергоэффективности и эксплуатационной надежности зданий.

Технология возведения крупнопанельных зданий зависит от архитектурно-планировочных решений, конструктивных схем и назначения зданий.

В строительной практике нашли применение следующие крупнопанельные системы зданий:

- с поперечными несущими стенами двух схем: с узким шагом - до 4,2 м и широким шагом - до 9 м;
- с продольными несущими стенами;
- комбинированная (смешанная) система - с поперечными и продольными несущими стенами.

В последнем варианте панели перекрытия опираются как по двум сторонам, так и на три или четыре.

Основу зданий составляют панели стен и перекрытий. Основные конструктивные схемы крупнопанельных зданий приведены на рис. 5.1.

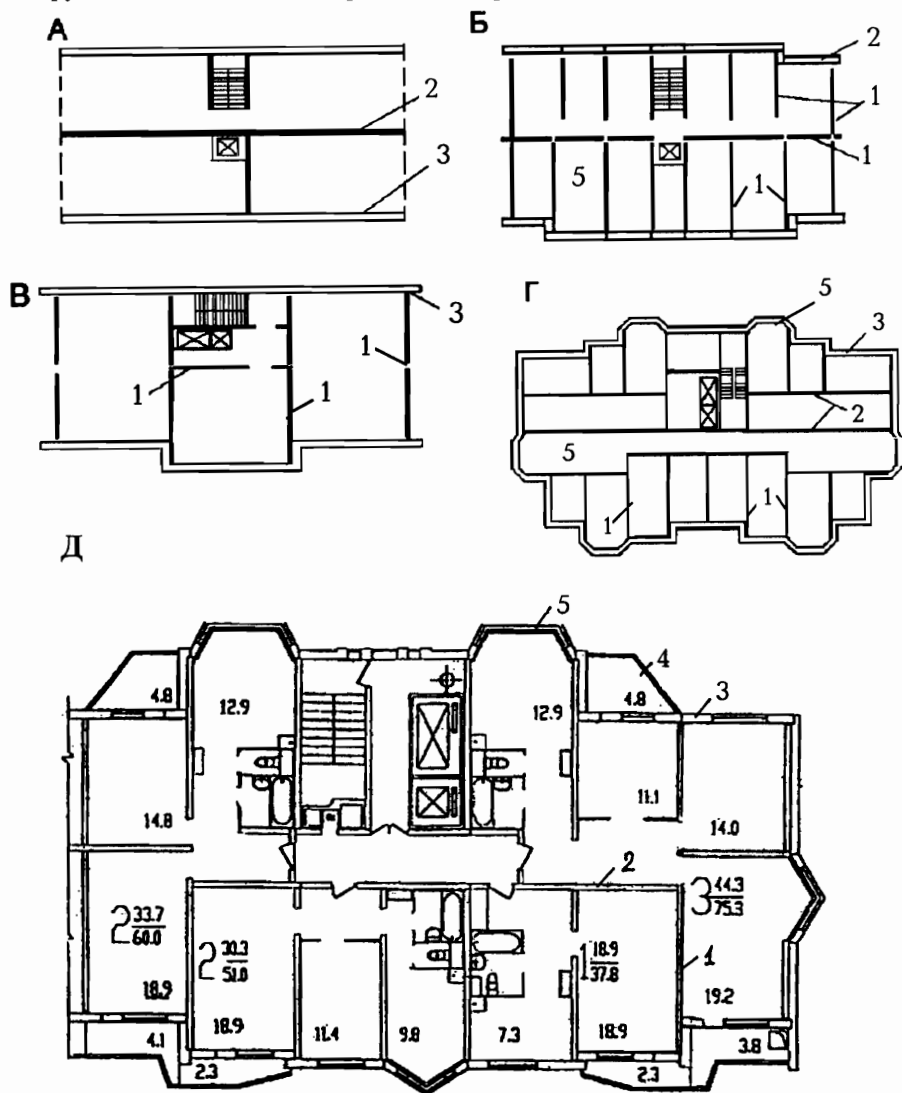


Рис. 5.1. Основные конструктивные схемы крупнопанельных зданий: А - с продольными несущими стенами; Б - с узким шагом поперечных несущих стен; В - с широким модулем поперечных несущих стен; Г - с продольными и поперечными несущими стенами; Д - торцевая секция крупнопанельного жилого дома серии П-44Т: 1 - несущие поперечные стены; 2 - продольная стена; 3 - панель наружной стены; 4 - панели лоджий; 5 - панели эркеров

Крупнопанельное здание представляет собой сложную пространственную систему, жесткость и устойчивость которой обеспечивается взаимным расположением поперечных, продольных стен и дисков перекрытий, объединенных в единую пространственную схему замоноличиванием стыков.

Для большинства крупнопанельных зданий не предусматривается специальных конструкций, которые воспринимали бы горизонтальные нагрузки. Чаще всего, ограничиваются устройством на уровне перекрытий 10...13 этажей армированного пояса под монтируемыми панелями стен и устройством шпонок в зоне замоноличиваемых стыков.

Вместе с тем, условия обеспечения надежной работы всех элементов и устойчивости зданий повышенной этажности при их незначительной ширине, требуют дополнительных конструктивных решений, так как такие здания испытывают большие ветровые нагрузки. Одним из возможных решений является введение на стыках секций и в торцах здания специальных монолитных стен жесткости, опалубкой для которых служат глухие межсекционные панели. Могут использоваться и другие решения, например, в виде объемных сборно-монолитных и монолитных ядер жесткости.

Наибольшее распространение получили крупнопанельные жилые дома, сблокированные из типовых блок-секций - рядовых, торцевых, угловых, поворотных, а также в различных их комбинациях. Сочетание блок-секций определяет конфигурацию крупнопанельных зданий в плане и по высоте: они могут быть прямоугольные, П-образные, Г-образные, башенного типа, крестообразной формы, сложного очертания разной этажности – с блок-секциями от 4 до 23 этажей и т.д. Все это обеспечивает получение архитектурной выразительности и многообразия зданий (рис. 5.2).

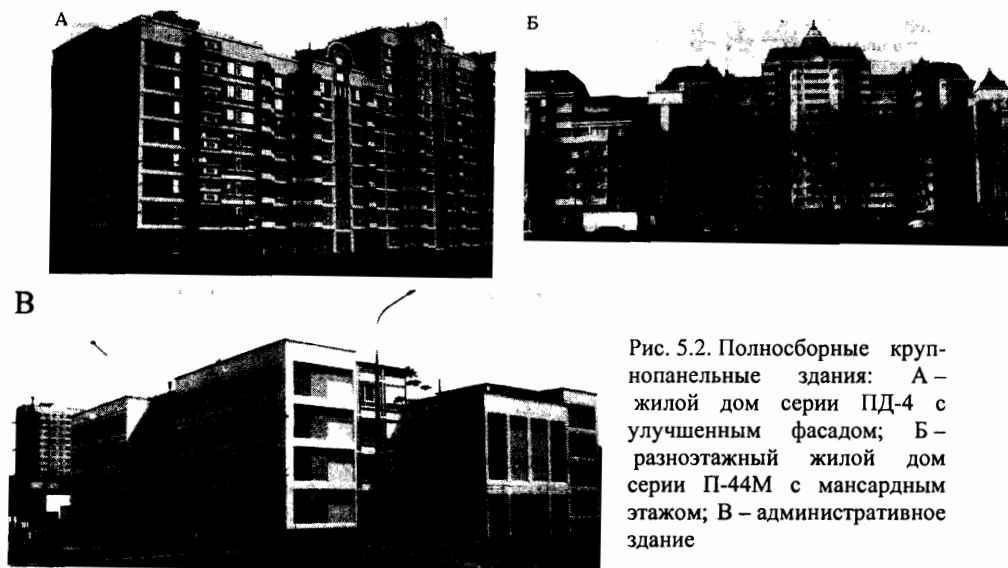


Рис. 5.2. Полносборные крупнопанельные здания: А – жилой дом серии ПД-4 с улучшенным фасадом; Б – разноэтажный жилой дом серии П-44М с мансардным этажом; В – административное здание

Однако, единицей типизации могут служить не дома или блок-секции, а промышленные изделия или компоновочные объемно-планировочные элементы (КОПЭ).

Жилые дома системы КОПЭ создаются различной этажности (до 23 этажей), блокировки (КЭБ) и компоновочных элементов (КОПЭ). Каждый КОПЭ является носителем основных функциональных и композиционных качеств дома, имеет возможность бло-

кировки с другими КОПЭ. Каждая жилая секция состоит из КОПЭ: лестнично-лифтового узла и жилых объемно-планировочных элементов, которые могут различаться по набору квартир (рис. 5.3).

Компоновочные элементы блокировки (КЭБ) используются для блокировки секций между собой в разных сочетаниях - углы, повороты и т.д.

Ширина жилых домов КОПЭ по сравнению с традиционными значительно увеличена и для ширококорпусных жилых домов доведена до 21...22 м. Поэтому их конструктивная система - здание с внутренними поперечными и продольными несущими стенами.

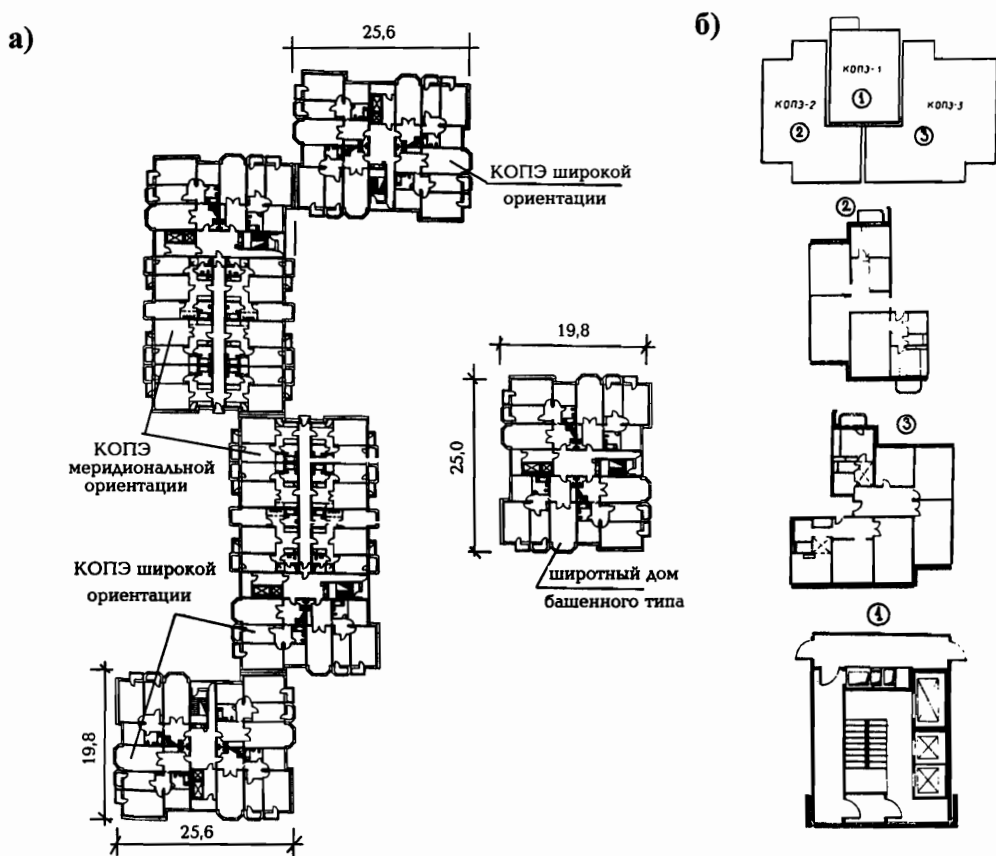


Рис. 5.3. Примеры блокировки жилых домов из КОПЭ (а) и планировочное размещение элементов КОПЭ (б): 1 – лестнично-лифтовые; 2, 3 – жилые объемно-планировочные элементы

В последнее время появились и другие нетрадиционные решения в крупнопанельных зданиях. К ним относятся здания с широким шагом несущих стен, где наружные стены выполняются из кирпичной кладки. Здание имеет мансардный этаж.

Крупнопанельные здания строят высотой до 25 этажей. Ширина традиционных корпусов 12...14 м, которая по мере совершенствования зданий этой системы возросла до 22 м. Крупнопанельные здания инфраструктуры могут иметь ширину до 50 м. Масса сборных железобетонных изделий не превышает 8 т.

Указанные технические параметры в значительной степени определяют пространственные параметры технологического процесса возведения зданий, им принадлежит доминирующая роль при выборе принципиальных схем механизации строительных процессов.

Возведение крупнопанельных зданий - механизированный процесс сборки из элементов заводской готовности. Применяют грузоподъемные механизмы, обеспечивающие процесс монтажа зданий различной этажности и конфигурации в плане. Преимущественно используются рельсовые стреловые (нулевики), башенные краны расчетной грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъема крюка. В зависимости от плановых габаритов зданий, их конфигурации (количества секций и их этажности) они разбиваются на очереди, монтажные участки и захваты, обслуживаемые одним или несколькими башенными кранами. Такое деление способствует рациональной организации труда, с применением поточных методов производства работ, двух-, трех- и многоциклических технологий.

При возведении подземной части зданий чаще всего используются рельсовые стреловые краны (нулевики) грузоподъемностью от 5 до 30 т с длиной стрелы от 14 до 37 м (МСТК-90, КБ-404.1...4 и др.). Они достаточно мобильны и обеспечивают нулевой цикл производства работ. Как правило, такими кранами оснащены субподрядные организации, выполняющие работы нулевого цикла.

В то же время имеет место комплексное применение башенных кранов различных модификаций, которые выполняют работы нулевого цикла и по возведению надземной части.

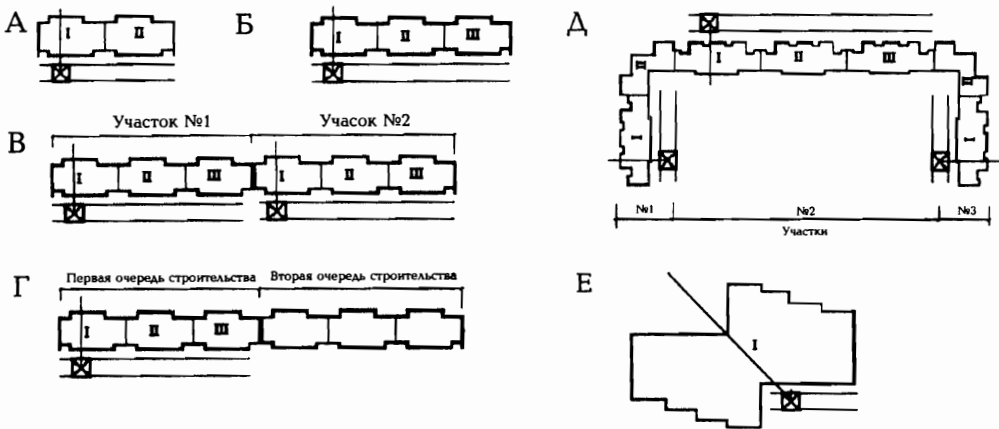


Рис. 5.4. Схемы разбивки возводимых жилых домов на участки и захваты и расстановки башенных кранов при их монтаже: А, Б – малосекционных; В, Г – два возможных варианта пространственных и временных параметров при осуществлении общего технологического процесса возведения многосекционного здания; Д – многосекционных сложной конфигурации в плане; Е – односекционных сложного очертания

На рис. 5.4 приведены технологические схемы расстановки башенных кранов при монтаже малосекционных, многосекционных, простой и сложной конфигурации, а также односекционных зданий сложного очертания. Для многосекционных разноэтаж-

ных зданий схема расстановки башенных кранов (рис. 5.5) учитывает очередность производства работ, размеры секций и их взаимное расположение.

При возведении ширококорпусных домов и зданий инфраструктуры применяется расстановка башенных кранов в зависимости от очередности производства работ, их максимального совмещения, однородности применяемых конструктивных элементов и др. условий (рис. 5.6). Так, при ширине корпуса более 40 м возможно производство монтажных работ с размещением крана внутри корпуса.

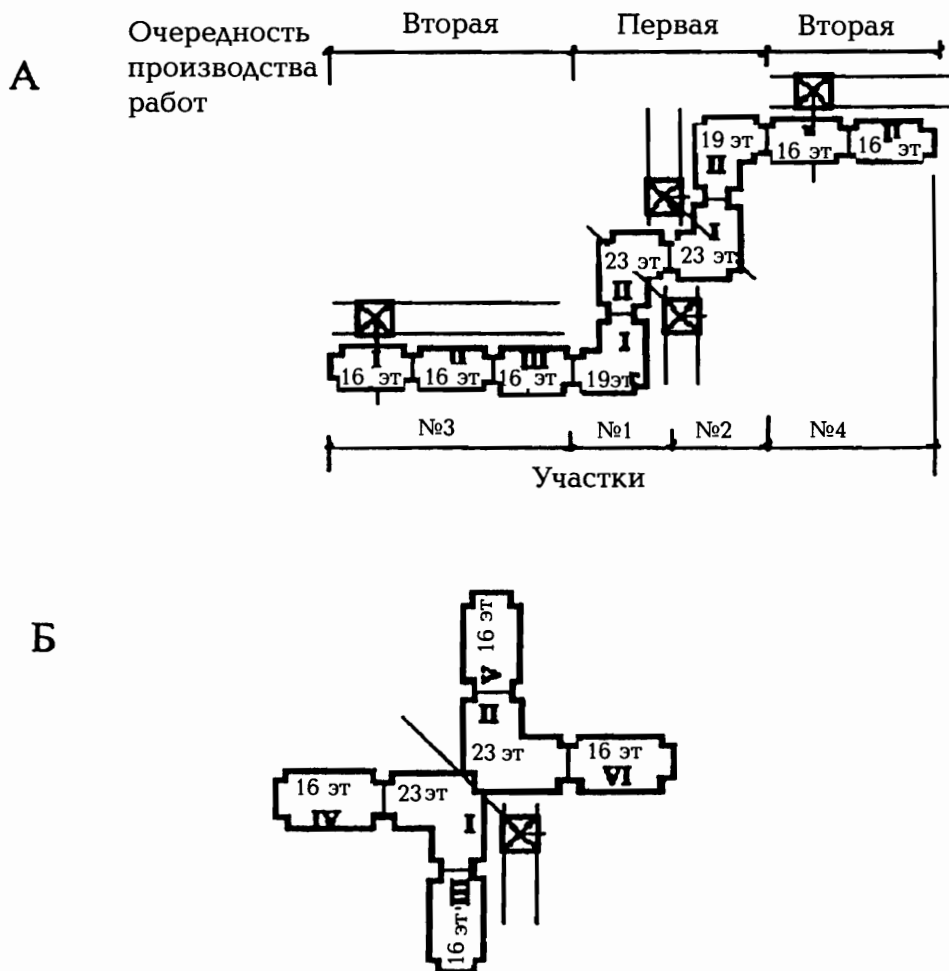


Рис. 5.5. Схемы расстановки башенных кранов при монтаже многосекционных разноэтажных жилых домов и расчленение общего технологического процесса возведения зданий за счет разбивки по блокам (участкам) и захваткам: А – жилого дома-комплекса из разновысотных блок-секций; Б – здания в виде развернутого креста в плане и имеющего разновысотные блок-секции

Положение монтажных кранов, их количество и технические характеристики определяют в целом интенсивность монтажных процессов, продолжительность и себестои-

мость производства работ. Для каждого типа зданий осуществляется оптимальный подбор башенных кранов по техническим параметрам и экономическим показателям.

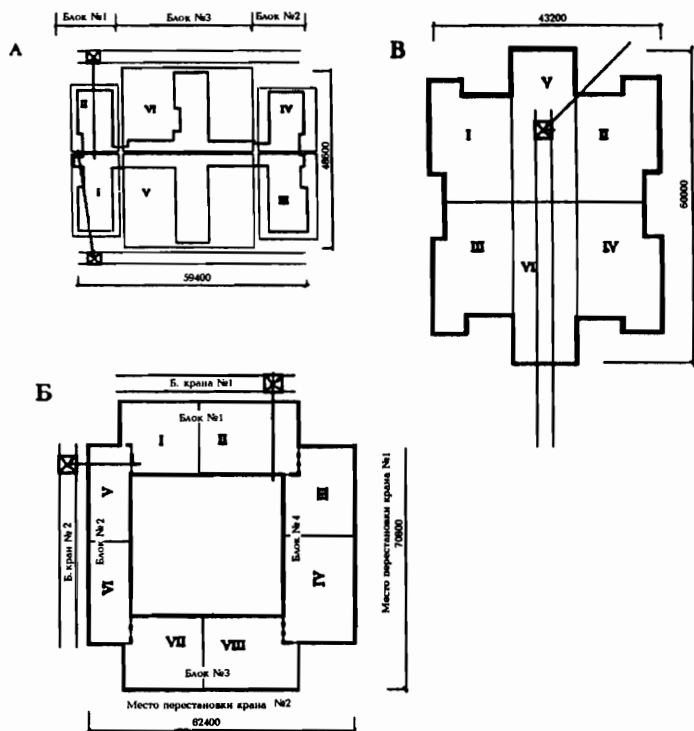


Рис. 5.6. Схемы расстановки башенных кранов, разбивки на блоки (участки) и захватки при возведении ширококорпусных домов и зданий инфраструктуры: А – разбивка здания сложного очертания на три устойчивых блока с учетом однородности применяемых конструктивных элементов; Б – с учетом максимального совмещения работ: возведение надземной части здания (блоки №1 и №2) производится одновременно со строительством подземной части (блоки №3 и №4); В – установка башенного крана внутри корпуса за счет разбивки здания на три устойчивых блока: блок №1 – захватки I, III, блок №2 – захватки II, IV, блок №3 – захватки V, VI. Монтаж блоков №1 и №2 производится поэтапно, а блока №3 – в последнюю очередь с постепенным "уходом" крана из корпуса

## 5.2. Технология возведения подземной части крупнопанельных зданий

### 5.2.1. Устройство оснований и фундаментов

В крупнопанельной системе зданий, в зависимости от передаваемых нагрузок на грунт, гидрогеологических свойств грунтов, применяют следующие типы фундаментов:

- ленточные из сборных железобетонных плит и блоков;

- свайные с монолитным или сборно-монолитным железобетонным ростверком;
- безростверковые свайные фундаменты;
- плитные - в виде сплошной монолитной или сборной плиты на естественном основании или по сваям.

Каждый из указанных типов фундаментов имеет несколько конструктивных вариантов, которые зависят от несущей способности грунтов основания.

Свайные фундаменты отличаются высокой несущей способностью, небольшой деформативностью, а также индустриальностью производства работ. Наиболее рационально их применение при возведении крупнопанельных зданий повышенной этажности.

Плитные фундаменты сооружают из монолитного железобетона и могут иметь толщину плиты более 1 м. Их устройство производится в опалубке с выполнением строительных процессов монолитного железобетона.

Плитные фундаменты могут иметь индустриальное исполнение и возводиться из сборных и сборно-монолитных конструкций.

Наиболее широко применяемая конструкция фундаментов - ленточные из сборных железобетонных опорных плит и блоков, которые могут укладываться в виде непрерывных или прерывистых лент. Кроме опорных элементов, такие фундаменты включают фундаментные стеновые блоки.

Надфундаментная часть крупнопанельных зданий монтируется из цокольных панелей наружных и внутренних стен и панелей перекрытия.

Многообразие конструктивных решений фундаментов содержит большое количество факторов, которые необходимо учитывать при выборе технологии производства работ при возведении подземной части зданий.

Одним из путей решения этой задачи является разграничение технологического процесса возведения подземной части здания на относительно небольшие этапы - циклы работ, в которые интегрируются только сочетаемые между собой строительные процессы при строгой очередности их выполнения.

Таковыми этапами и циклами работ при возведении подземной части крупнопанельных зданий на естественных основаниях являются:

- подготовка оснований;
- устройство фундаментов;
- монтаж крупнопанельных конструкций.

В каждом из указанных циклов есть ведущий процесс, которому подчинены остальные работы.

Общий технологический процесс возведения подземной части многоэтажных зданий рассмотрен в главе 2, поэтому более подробно остановимся только на ведущих процессах устройства фундаментов и монтажа крупнопанельных конструкций.

При возведении ленточных фундаментов ведущим строительным процессом является монтаж опорных плит (блоков) и фундаментных стеновых блоков (рис. 5.7). Параметрам ведущего процесса должны быть подчинены выполняемые по совмещенной технологии следующие строительные процессы: добор грунта; устройство подготовок под фундаменты; выполнение горизонтальной и вертикальной гидроизоляции; устройство приямков; выполнение работ по созданию кольцевого дренажа; устройство вводов-выпусков коммуникаций в здание; обратная засыпка грунтом пазух фундаментов и др. Модель технологической последовательности выполнения указанных работ приведена в главе 2.



Более подробно рассмотрим технологию устройства ленточных фундаментов, наиболее часто встречающихся в зданиях крупнопанельной системы.

Монтаж опорных плит и фундаментных блоков стен выполняют по захваткам. Их монтируют последовательными горизонтальными рядами по всей захватке.

На каждой захватке монтаж начинают с укладки угловых и маячных блоков, расположенных по крайним осям секции или на пересечениях продольных и поперечных осей стен здания. Фундаментные плиты укладывают на выровненную песчаную подушку толщиной не менее 50 мм. От правильности их положения относительно разбивочных осей и отметок будет зависеть точность монтажа остальных плит и блоков, поэтому производится тщательная их выверка. Промежуточные плиты и блоки устанавливают по шнуру, натянутому между маячными блоками или плитами. Заполнение промежутков между опорными плитами производится бетоном, песком или местным грунтом. Направление монтажа плит и блоков - вдоль ленты на кран.

Для устройства вводов коммуникаций в фундаментных стенах между блоками оставляют проемы или отверстия.

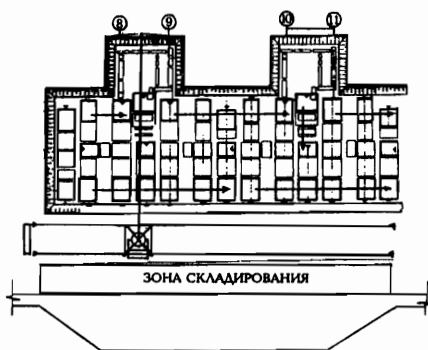


Рис. 5.7. Монтаж фундаментных плит и стеновых блоков подземной части жилого дома; направление монтажа; маячные плиты отмечены маркерами

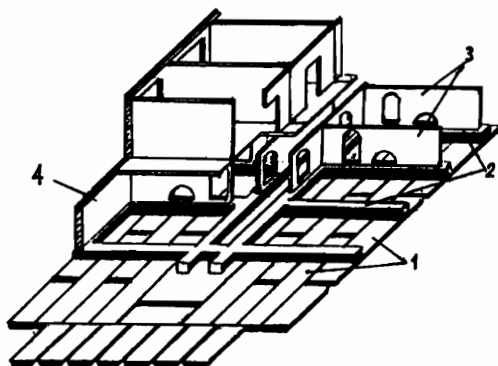


Рис. 5.8. Сборная железобетонная фундаментная плита для многоэтажных крупнопанельных зданий: 1 - фундаментные плиты; 2 - распределительный пояс; 3, 4 - панели продольной и поперечной внутренних стен подземной части; 5 - панели перекрытия

Монтируемые фундаментные плиты и стеновые блоки являются устойчивыми элементами и временного их крепления не требуется. Однако, для создания пространственной жесткости сборного фундамента стеновые блоки укладывают не просто горизонтальными рядами, а с перевязкой вертикальных швов как по возводимой стене, так и на местах пересечения продольных и поперечных стен. Размер перевязки - не менее 0,4 высоты стенового фундаментного блока. Кроме того, проектные решения предусматривают устройство монолитных поясов по всему периметру здания, расположенных в одном уровне. Технологические процессы по устройству армированных растворяемых швов толщиной 30...50 мм или железобетонных поясов толщиной 100...150 мм

осуществляются по верху фундаментных плит и между рядами фундаментных стеновых блоков.

При использовании фундаментов из сборных железобетонных плит (рис. 5.8) цикл возведения фундамента состоит в подготовке основания, укладке фундаментных плит с соответствующей раскладкой, устройстве монолитного распределительного пояса, который является основой для последующего монтажа цокольных панелей и панелей внутренних стен подземной части.

Такая конструктивная схема возведения менее технологична по сравнению с ленточными фундаментами и фундаментами, выполненными из монолитных железобетонных плит.

### 5.2.2 Возведение подвальной части зданий

До начала монтажа панельных конструкций подземной части здания должны быть выполнены строительные работы по устройству фундаментов и обратной засыпке пазух, планировке обратной подсыпки грунта с необходимым трамбованием под полы технического подполья и др.

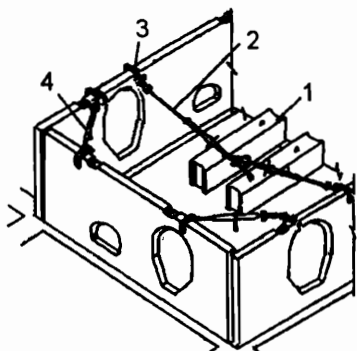


Рис. 5.9. Использование фундаментных стеновых блоков в качестве якорей для временного крепления панелей: 1 – стеновые блоки; 2 – подкос телескопический; 3 – срубщина; 4 – монтажная связь

Перед началом монтажа конструкций выполняются ряд инженерно-геодезических работ, обеспечивающих в дальнейшем требуемую точность их установки. К ним относятся:

- нивелировка возведенной фундаментной плиты, верха свайного ростверка или ленточного фундамента и определение монтажного горизонта;

- установка маяков под каждую стеновую панель на расстоянии 20...30 см от их торцов;

- инструментальная геодезическая разбивка осей стен подполья здания, вынос рисок и их нанесение для ориентации монтируемых панелей.

Монтаж подземной части здания производится кранами на рельсовом ходу, предназначенными для выполнения работ нулевого цикла, самоходными стреловыми кранами, башенными кранами.

Монтаж панельных конструкций подземной части зданий может производиться по двум технологическим схемам.

Первая из них предусматривает технологию монтажа с опережающей установкой панелей наружных стен, а вторая – основана на первоначальном монтаже несущих панелей внутренних стен. В первом случае для временного крепления и выверки конструкций используют наклонные связевые системы в виде подносов, струбцин, угловых схваток и др. Метод монтажа ячейками обеспечивает последовательное возведение элементов подвальной части зданий с созданием геометрически неизменяемых устойчивых систем. При этом применяется свободный метод установки панелей (рис. 5.9).

При использовании горизонтально-связевых систем для выверки и временного крепления первоначально монтируют внутренние несущие стены на объем захватки или секции. Их установка осуществляется с привязкой к базовой панели, которая является основой для

последующего размещения связевых элементов и фиксации проектного положения монтируемых панелей (рис. 5.10).

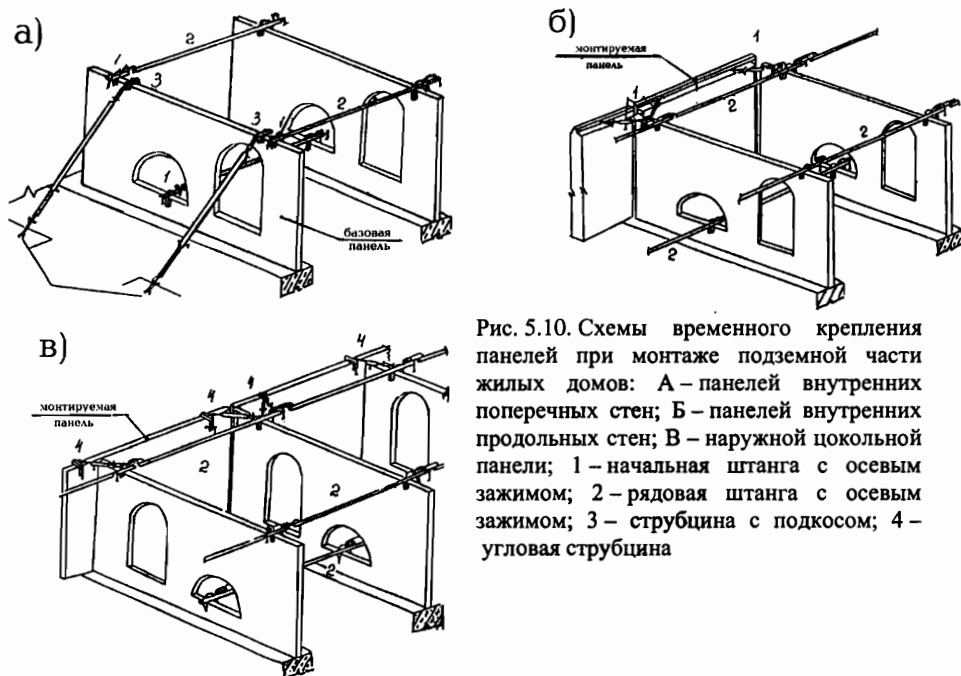


Рис. 5.10. Схемы временного крепления панелей при монтаже подземной части жилых домов: А – панелей внутренних поперечных стен; Б – панелей внутренних продольных стен; В – наружной цокольной панели; 1 – начальная штанга с осевым зажимом; 2 – рядовая штанга с осевым зажимом; 3 – трубушина с подкосом; 4 – угловая трубушина

Технология монтажа подземной части здания с опережающей установкой панелей наружных стен более универсальна, так как применима при любом расположении несущих стен - в поперечном, продольном направлениях или по смешанной схеме.

В качестве захватки принимается одна или две секции дома. Технология предусматривает два варианта последовательности монтажа конструктивных элементов. Первый вариант предусматривает последовательное создание устойчивых пространственных ячеек до окончания монтажа всех элементов на захватке, а второй - после возведения всех конструкций на захватке. Принципиальная разница в технологической последовательности монтажа в вариантах заключается в том, что в первом из них вертикальные элементы сначала монтируются только на половине захватки, отдаленной от крана. Второй вариант предусматривает монтаж в пределах захватки сначала всех вертикальных конструкций, а затем панелей перекрытия.

Технологическая последовательность монтажа конструктивных элементов состоит в:

- установке железобетонных стеновых блоков в качестве анкеров для временного крепления панелей наружных и внутренних стен;

- монтаже панелей наружных стен на дальней от крана половине захватки;

- монтаже элементов лифтового узла;

- монтаже панелей внутренних поперечных и продольных стен на той же половине захватки;

- монтаже панелей наружных стен на ближней к крану половине захватки;

- монтаже панелей внутренних поперечных и продольных стен на этой же захватке;

монтаже элементов входа;  
 снятии монтажной удерживающей оснастки;  
 демонтаже анкерных блоков;  
 монтаже панелей перекрытия.

Для обеспечения устойчивости всех элементов при монтаже необходимо соблюдать технологическую последовательность монтажа и их временное закрепление.

Вторая технологическая схема возведения конструкций подземной части зданий предусматривает опережающую установку панелей поперечных внутренних стен. Монтаж производится ограниченно-свободным методом, достигаемым применением группового монтажного оснащения в виде горизонтально-связевых систем.

Известно несколько систем группового монтажного оснащения, создающих монтажные цепочки от базовой панели (рис. 5.11, 5.12).



Рис. 5.11. Технологическая последовательность монтажа стеновых панелей подземной части жилого дома: 3...65 - последовательность установки; Δ - установка базовых элементов; → - направление монтажа

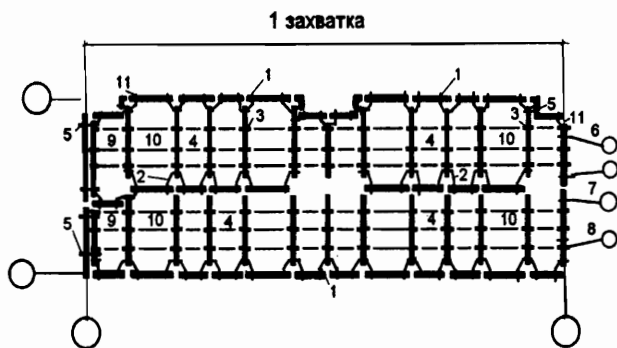


Рис. 5.12. Схема расстановки монтажной оснастки для временного крепления стеновых панелей при возведении подземной части жилого дома: 1 – угловая струбцина для крепления цокольных панелей; 2 – угловая струбцина для крепления внутренних продольных стен; 3 – начальная штанга с осевым фиксатором; 4, 9, 10 – звеньевые штанги с осевым фиксатором; 5 – струбцина для спаренных панелей; 6, 7, 8 – струбцины с подкосом; 11 – угловая струбцина для крепления цокольных панелей в торце здания

Технология монтажа с применением одного из видов группового оснащения позволяет осуществлять принудительную фиксацию несущих панелей внутренних стен по их геометрическим осям, что не допускает накапливания погрешностей в монтажной цепочке за счет неточности их изготовления.

При этом особое внимание уделяется установке базовых панелей внутренних поперечных несущих стен, т.к. от этого зависит точность монтажа последующих панелей.

Принудительная фиксация последующей панели производится следующим образом. Монтируемую панель, не доводя до растворной постели на 40...50 мм, закрепляют тремя штангами за ранее установленную панель: двумя поверху и одной за низ проема пропуска коммуникаций. Три точки фиксации гарантируют параллельность по отношению к базовой панели. После закрепления штанг монтируемую панель опускают, и она занимает проектное положение.

Если фиксация панелей производится двумя штангами, то монтаж ведется ограниченно-свободным методом, что имеет место, когда в стеновых панелях отсутствуют проемы.

Размер захватки принимается на одну или две секции.

Технологическая последовательность монтажа конструктивных элементов включает: панели внутренних, наружных стен; элементы лифтовых шахт; элементы лестничной клетки; панели перекрытия; элементы входов.

На рис. 5.13,а приведена технологическая последовательность монтажа цокольных панелей, которая осуществляется после установки и временного крепления внутренних стеновых панелей. Направление монтажа осуществляется с угловой части здания с развитием потока по длине захватки. После устройства стыков цокольных панелей с внутренними стенами осуществляется монтаж плит перекрытия подвального этажа.

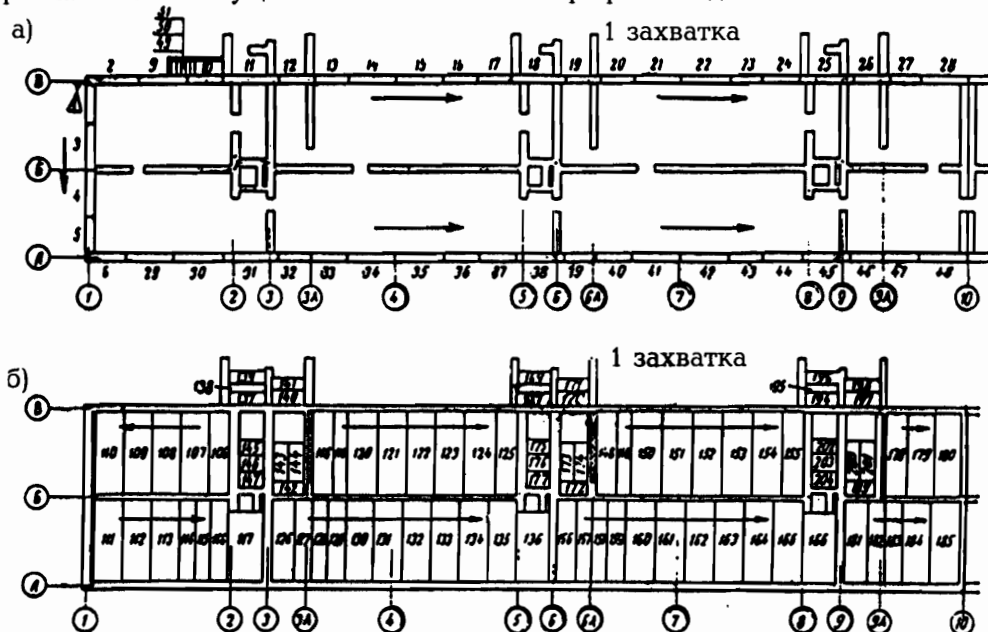


Рис. 5.13. Технологическая последовательность монтажа цокольных панелей и плит перекрытия над техническим подпольем подземной части здания с продольными несущими стенами: а – монтаж цокольных панелей; б – укладка плит перекрытия

Его технологическая последовательность приведена на рис. 5.13 б. Технологический процесс монтажа осуществляется от конструктивных элементов лестничных клеток, что обеспечивает получение более устойчивых частей здания. Размеры плит перекрытия принимают кратным межосевому расстоянию между внутренними стенами. Достаточно часто используются доборные элементы с шириной в 1,5...2 раза меньшей, чем основные плиты.

После окончания монтажа конструкций подземной части здания на захватке приступают к выполнению сопутствующих работ: герметизации и замоноличиванию вертикальных стыков, разделке примыканий между конструктивными элементами, устройству пристенного дренажа и вертикальной гидроизоляции и т.д.

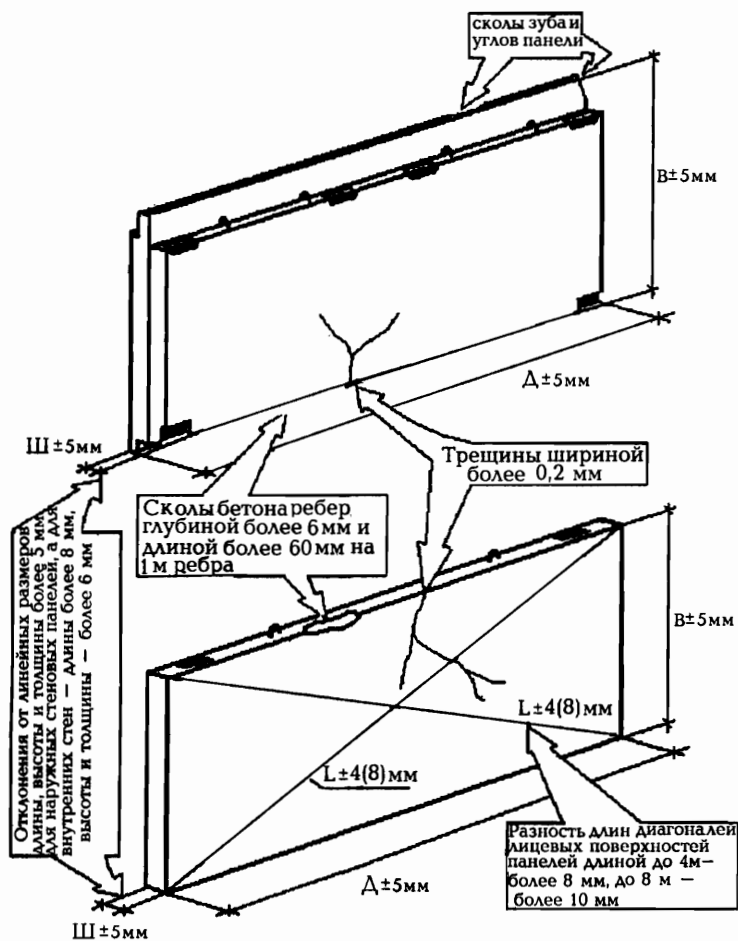


Рис. 5.14. Схема входного контроля параметров и качества панелей цокольного этажа

Выполнение строительных процессов, непосредственно связанных с возведением подземной части здания, осуществляется бригадой в составе 12...15 чел. и работающей в две смены. Она разделена на звенья: два звена монтажников по 4...5 чел., и звенья сварщиков - 2 чел., плотников - 2 чел., бетонщиков - 4...5 чел. Деление на звенья условное, так как рабочие обязаны владеть смежными специальностями, что необходимо из-за частой смены характера работ или незначительных объемов работ.

Контроль геометрических параметров здания, положения монтируемых элементов в плане и по вертикали осуществляется геодезическими приборами. Геодезические планово-высотные работы производятся по классу точности в соответствии со СНиП 3.01.03-84 и СНиП 3.03.07-87. Погрешности измерений в процессе геодезического контроля должны отвечать требованиям СНиП и правилам по качеству монтажа.

Допускаемые отклонения разбивочных осей и смонтированных конструкций имеют следующие параметры:

- для двухсекционных зданий отклонения между крайними разбивочными осями по длине составляют  $\pm 6$  мм;
- для трехсекционных соответственно  $\pm 8$  мм;
- четырехсекционных -  $\pm 10$  мм;
- отклонения между крайними разбивочными осями по ширине здания  $\pm 3$  мм;
- смещение осей стеновых панелей в нижнем сечении относительно разбивочных осей  $\pm 8$  мм; в верхнем сечении отклонения от вертикали  $\pm 10$  мм;
- допускаемое уменьшение площади опирания на стеновые панели - 10 мм.

На каждом этаже монтажа выполняют геодезическую исполнительную схему, которая документально фиксирует положение смонтированных элементов относительно разбивочных осей. Это позволяет учитывать накопление погрешностей и проводить корректировку положения конструкций при монтаже подземной части зданий.

На всех этапах возведения подземной части крупнопанельных зданий обязательным является соблюдение технологических регламентов на строительные процессы, входной и пооперационный контроль качества строительно-монтажных работ. Входной контроль качества предусматривает оценку геометрических размеров и состояния сборных конструкций, доставляемых на объект. Не допускаются отклонения от геометрических размеров длины, высоты и толщины панелей более 5 мм для наружных и для внутренних стен, сколы бетона углов и ребер более 5 мм и более 50 мм на 1 м ребра, наличие трещин шириной более 0,2 мм и др. Схема входного контроля параметров и качества панелей приведена на рис. 5.14.

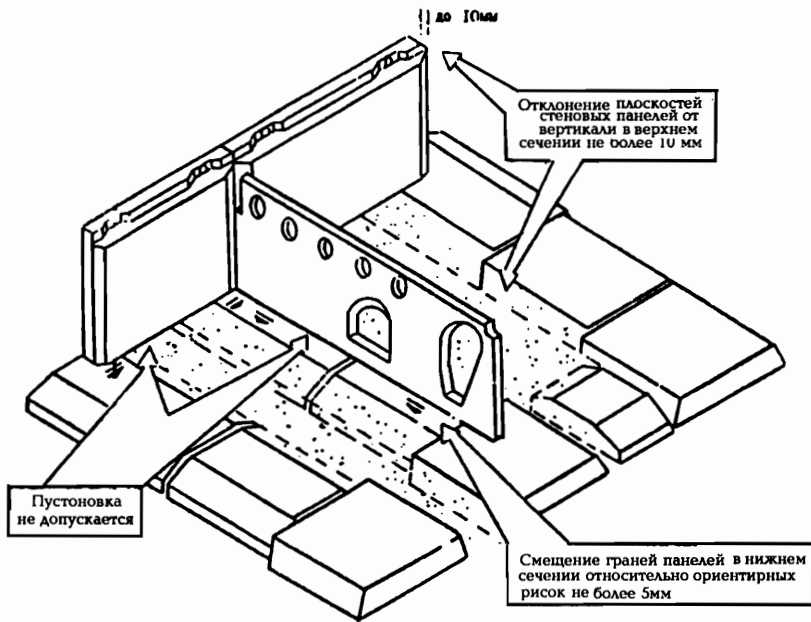


Рис. 5.15. Пооперационный контроль качества монтажа подземной части здания:  
 а - монтаж элементов конструкций здания; б - замоноличивание стыков между панелями стен

Пооперационный контроль качества монтажа панелей подземной части здания приведен на рис. 5.15. Контролируемыми параметрами являются геометрическая точность расположения панелей относительно осевых линий в плане, отклонение по вертикали в пределах смещения граней в нижнем сечении относительно рисок. Особое внимание



уделяется процессам соединения закладных деталей элементов с помощью сварки, их антикоррозионной защите, а также замоноличиванию стыков.

### **5.3. Технология возведения надземной части крупнопанельных зданий**

#### **5.3.1. Общий технологический процесс возведения надземной части здания**

Надземную часть крупнопанельных жилых домов возводят по двухцикличной или трехцикличной технологиям.

При двухцикличной технологии все работы выполняются с максимальным совмещением процессов: монтаж здания и выполнение внутренних работ (первый цикл) - отделочные работы (второй цикл).

Трехцикличная технология предусматривает объединение строительных процессов с меньшим совмещением по времени их выполнения: монтаж здания (первый цикл) - внутренние работы (второй цикл) - отделочные работы (третий цикл).

Общественные здания возводят по трехцикличным и многоцикличным технологиям, например, с выделением в четвертый цикл работы по монтажу оборудования и пуско-наладочных работ.

Для функционирования строительных процессов при производстве работ по совмещенной технологии требуется ритмичная поставка изделий и материалов для каждого из них. Поэтому все транспортно-комплектовочные процессы должны осуществляться в увязке с ведущими процессами циклов.

В соответствии с этим материалы и изделия доставляют поэтажно в контейнерах, в необходимом количестве, в заданный технологией производства срок и максимальной заводской готовности.

Решается ряд организационно-технологических задач, создающих условия для осуществления планового выполнения строительных процессов на надлежащем уровне, с обеспечением максимальной механизации погрузочно-разгрузочных работ и исключением ручных операций по транспортированию материалов в рабочую зону, до минимума сокращающих объемы работ по устройству временных складов и т.д.

#### **5.3.2. Ведущий строительный процесс - монтаж конструкций здания**

Основной характеристикой пространственных параметров процесса монтажа зданий является захватка. В то же время многосекционные здания могут разбиваться на монтажные участки. При этом каждый монтажный участок представляет собой самостоятельный поток, характеризующийся своими параметрами, сроками ввода в эксплуатацию, условиями финансирования и др. В соответствии с установившимся опытом строительства здания до 6 секций являются одним участком, 8 секций - двумя участками и т.д.

На принятие решения по выбору размеров захваток оказывают влияние не только смежные работы, но и непосредственно связанные с процессом монтажа. Так, необходимость устройства стыков между панелями наружных стен до монтажа внутренних требует создания безопасных условий работ для звена изолировщиков.

Необходимо учитывать и экономическую целесообразность принимаемых решений. Так, потребность монтажных приспособлений при захватке в две секции возрастает примерно в 2 раза по сравнению с односекционной захваткой.

Примеры схем расстановки кранов и деления зданий на захватки приведены на рис. 5.16.

Цикл монтажного процесса во времени характеризуется показателями темпа монтажа одного этажа секции и составляет 0,75...1,25 дней. При этом монтаж сборных железобетонных изделий крупнопанельных зданий, как правило, ведется в три смены. В каждой смене работают 4 монтажника и один электросварщик.

Четвертое звено монтажников (обычно 2 чел.) и электросварщик работают только в первую смену и ведут монтаж металлических конструкций: ограждений лестниц, балконов, лоджий, крыши, переходных противопожарных лестниц и др.

Наряду с чисто монтажными и сварочными операциями одновременно должны осуществляться работы по устройству вертикальных и горизонтальных стыков между стеновыми элементами. Только при выполнении этого условия открывается фронт работ и создается возможность монтажа последующих элементов: панелей внутренних стен - после герметизации, воздухошиты и утепления стыков между панелями наружных стен; установку панелей наружных стен следующего этажа - после омоноличивания вертикальных стыков между всеми конструктивными элементами нижележащего этажа.

Выполнение указанных процессов, напрямую связанных с монтажом конструкций здания, осуществляют двумя звеньями - изоляровщиков (2 чел.) и бетонщиков (3 чел.), работающих в первую смену.

Монтаж конструкций здания ведут поэтажно методом наращивания, соблюдая границы захваток. В процессе сборки устойчивость и пространственная жесткость смонтированных элементов обеспечивается временным их креплением.

Конструкции каждого выше расположенного этажа начинают монтировать лишь после установки всех сборных элементов нижележащего этажа, устройства постоянных креплений, их антикоррозийной защиты, снятия временных связей. При этом проверяется точность установки всех смонтированных изделий, которая не должна превышать предельные допуски.

На каждой захватке сборные элементы монтируют по принципу "на кран" в следующей технологической последовательности: объемные элементы (тюбинги шахт лифта, санитарно-технические кабины), панели наружных стен, панели внутренних стен, перегородки и самонесущие элементы (вентблоки, электропанели), лестничные площадки и марши, стены лоджий, панели перекрытия, мусоропровод.

Технологическая последовательность для зданий с внутренними несущими стенами может изменяться в зависимости от особенностей конструктивных решений зданий, границ захваток и др. факторов.

Технологические процессы монтажа сборных железобетонных изделий изучаются в дисциплине "Технология строительных процессов", поэтому ниже они рассматриваются только с точки зрения их роли и особенностей сочетания и функционирования в совокупности с другими процессами в общем технологическом цикле возведения зданий.

Первоочередной монтаж панелей наружных стен обусловлен многослойной конструкцией вертикальных стыков между панелями наружных стен. Их устройство производится последовательным выполнением ряда процессов, которые в свою очередь чередуются с монтажными, сварочными, опалубочными работами.

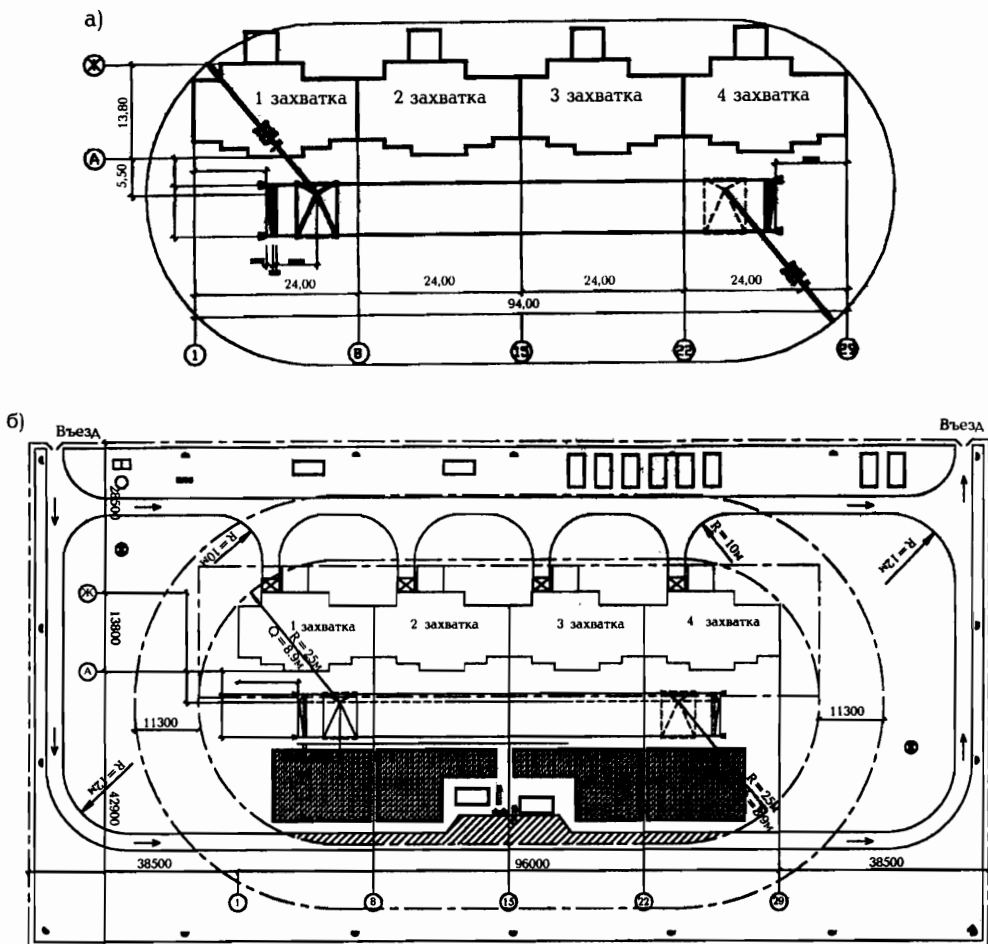


Рис. 5.16. Фрагменты стройгенплана на монтаж надземной части многоэтажного четырехсекционного здания: а - схема привязки башенного крана и деления объекта на захватки; б - стройгенплан на период возведения надземной части здания

Панели внутренних стен входят в стык между панелями наружных, поэтому до их монтажа необходимо завершить процессы, связанные с обработкой стыка. К ним относятся закладка гернита, наклейка гидроизоляционных и воздухозащитных лент, установка водоотбойных изделий, устройство теплоизоляционного слоя. Указанные процессы осуществляются звеном герметчиков в составе 2 чел. изнутри здания.

Ряд процессов по герметизации стыков выполняются снаружи здания. Они могут осуществляться с навесных площадок, устанавливаемых на перекрытии монтируемого этажа или после окончания монтажа здания с навесных люлек (рис. 5.17). При первом варианте процесс имеет захватку в два этажа по фасаду и позволяет одновременно с окончанием монтажа здания завершить работы по герметизации стыков.

Вертикальные стыки между панелями наружных стен выполняют впритык и внахлест. Чередование выступающих и западающих в плане элементов обеспечивает защиту стыков от прямых атмосферных воздействий и позволяет решить проблему температурных и усадочных деформаций сопрягаемых элементов. Конструкция стыков влияет на выбор последовательности монтажа элементов. В пределах захватки сначала монтируют выступающие панели, а затем - западающие. Проектную величину вертикального шва обеспечивают по рискам геодезической разбивки с помощью промеров или применением специального шупа-шаблона.

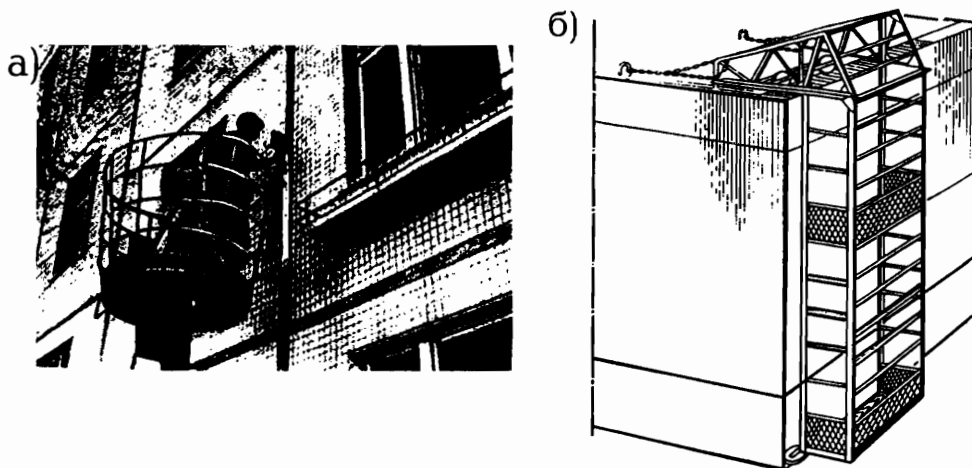


Рис. 5.17. Герметизация стыков между панелями: с наружной стороны здания; а - с автовышки после завершения монтажа здания; б - по ходу монтажа с навесной площадки на перекрытии

Горизонтальные стыки наружных стеновых панелей в большинстве проектов зданий решены с противодождевым барьером в виде водоотбойного зуба и гребня с дополнительной герметизацией гернитом, мастиками, устройством водоотводных фартуков. Некоторые конструкции отечественных и зарубежных крупнопанельных зданий предусматривают принудительную фиксацию положения низа панелей наружных стен.

Перед началом монтажа наружных стеновых панелей устанавливают по два фиксатора на каждую панель, которые при монтаже панели обеспечивают ее посадку в проектное положение.

Качество смонтированных панелей должно соответствовать следующим допускам: зазору между элементами; несовпадению ориентиров при установке низа элементов; несовпадению ориентиров при установке верха элементов.

Временное закрепление и выверку панелей внутренних стен осуществляют в зависимости от метода их монтажа: свободную установку элементов и ограниченно-свободную.

Принципиальное различие между этими методами заключается в последовательности монтажа и выверке устанавливаемых элементов. В первом случае последовательность установки панелей внутренних стен в пределах захватки произвольная, во втором строго ориентирована групповым монтажным оснащением - горизонтальными связями (штангами) или кондукторами (рис. 5.18).

## Секция 1

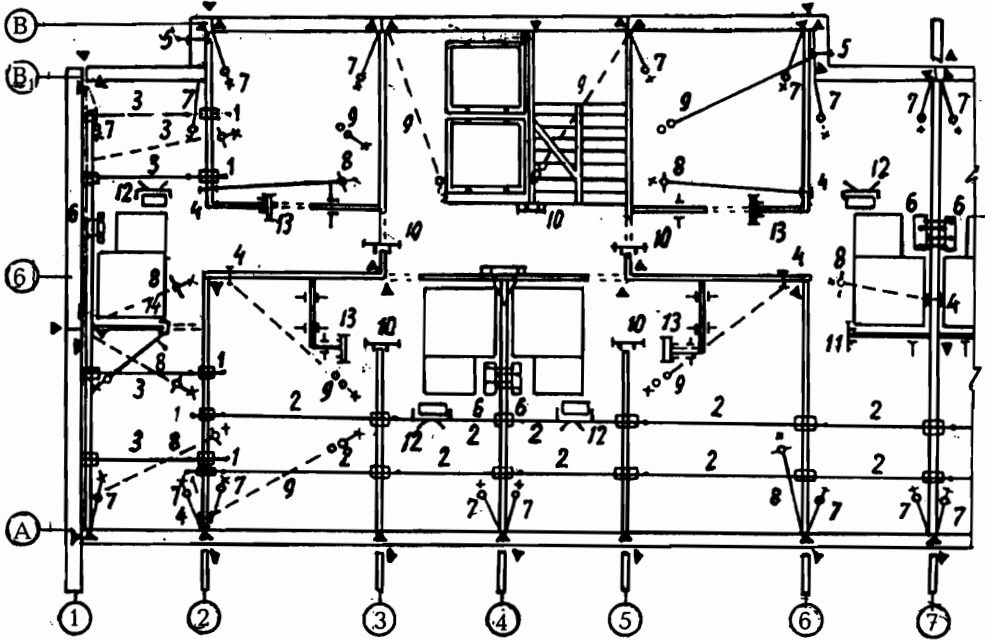


Рис. 5.18. Схема расстановки монтажной оснастки для временного крепления сборных элементов, сочетающая элементы свободного и ограниченно-свободного методов монтажа: 1 - струбцина фиксатор звеньевая; 2 - струбцина фиксатор начальная; 3 - струбцина фиксатор для монтажа панели у торца здания; 4, 5 - струбцины; 6 - струбцина для временного крепления вентблоков; 7 - подкос для крепления наружных стеновых панелей; 8 - подкос для крепления внутренних стеновых панелей; 9 - подкос для струбцин; 10 - стойка для крепления ж/б перегородок; 11 - стойка для крепления перегородок, примыкающих к сантехкабинам; 12 - приспособление для временного крепления вентблоков; 13 - стойка для крепления перегородок; 14 - струбцина; ▲ - проектное крепление (сварка), выполняемое до расстроповки элемента

Групповое монтажное оснащение предусматривает монтаж конструкций от заранее установленной свободным методом базовой панели в последовательной линейной цепочке. Таким образом, отсутствие хотя бы одной панели в монтажной цепочке делает невозможным применение указанного метода монтажа. По мере появления зданий со смешанной схемой внутренних несущих стен данный метод имеет ограниченное применение.

Для исключения случайных эксцентриситетов при установке панелей, некоторые проекты крупнопанельных зданий предусматривают конструкции панелей внутренних стен с установленными снизу и сверху приспособлениями для их принудительной фиксации.

Система фиксаторов (рис. 5.19) дает возможность осуществлять принудительную установку панелей на ранее смонтированные, обеспечивая проектное их положение в плане. Выверка по вертикали может производиться как при свободном методе монтажа, так и с применением группового монтажного оснащения. Применение свободного

метода требует выверки каждой панели. При ограниченно-свободном методе монтажа их установка начинается с базовой панели с посадкой ее на фиксаторы. Точность установки базовых панелей выверяется с особой тщательностью, после чего производится их крепление к панелям наружных стен. Остальные панели монтируют в пределах захватки в обе стороны от базовой панели по штыревым фиксаторам и раскрепляются поверху штангами (связями) группового оснащения.

Горизонтальные соединения большинства конструктивных схем крупнопанельных зданий решены в виде платформенного стыка (рис. 5.20), который предусматривает передачу нагрузки на ниже расположенные панели через панели перекрытия. Поэтому применение штыревых фиксаторов значительно упрощает контроль за соосностью монтируемых изделий.

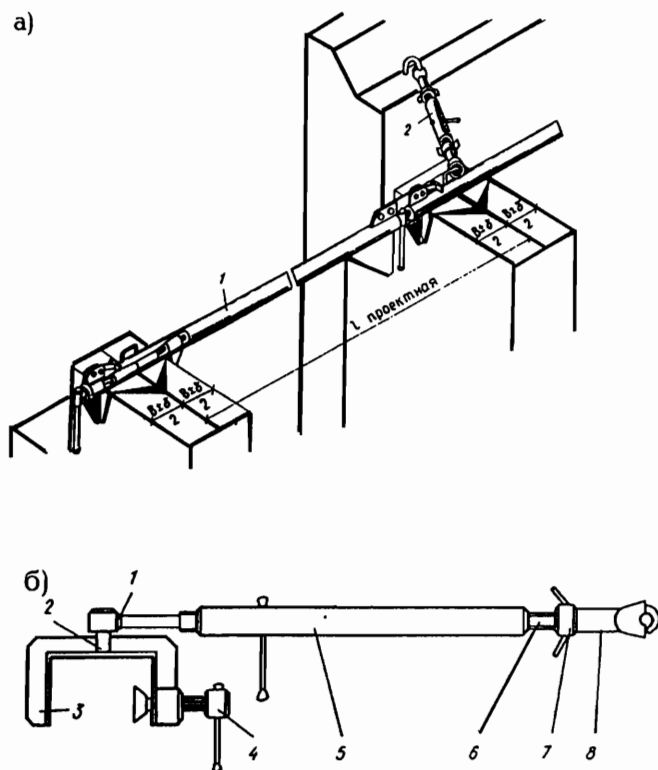


Рис. 5.19. Исключение влияния неточности изготовления панелей внутренних стен на точность монтажа за счет принудительной фиксации проектного расстояния с помощью комплекта (а): штанги с осевым фиксатором (1); монтажной связи (2); общий вид монтажной связи (б): 1 - проушина, 2 - ось, 3 - струбцина, 4 - винтовой упор, 5 - стяжная муфта, 6 - винт, 7 - натяжная гайка, 8 - предохранительная втулка

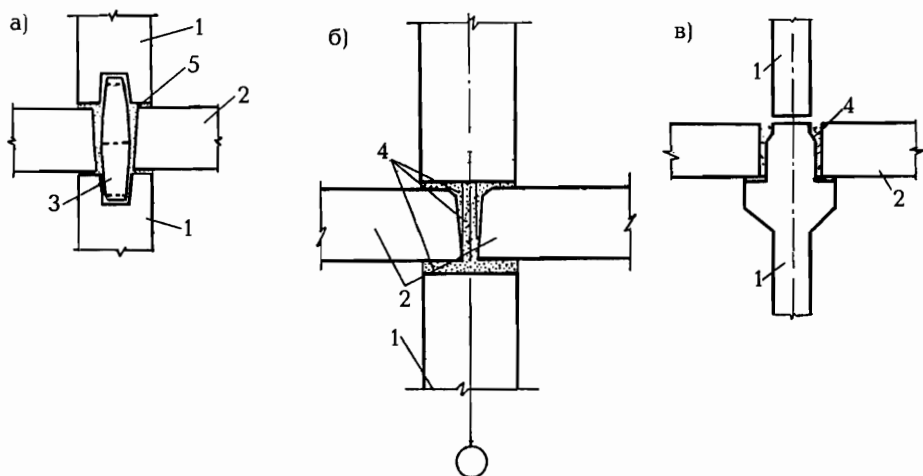


Рис. 5.20. Стыки панелей внутренних несущих стен и перекрытий: а, б - платформенные; в - контактный, 1 - стеновая панель; 2 - панели перекрытия; 3 - фиксатор; 4 - цементно-песчаный раствор

Все монтажные соединения между панелями наружных стен и внутренних стен с наружными выполняются при помощи оцинкованных металлических связей. Соединение накладных деталей с закладными производится на сварке или болтами с последующим замоноличиванием стыков песчано-цементным раствором или бетонной смесью с мелкой фракцией гравия.

Сварные соединения отдельных узлов крупнопанельных зданий приведены на рис. 5.21.

Используется полуавтоматическая сварка, обеспечивающая равнопрочность соединений и их долговечность. При соединении поперечных и продольных внутренних стен применяют систему накладок, а при объединении плит перекрытий - двухсторонними швами арматурных стержней с плоскими элементами.

Замоноличивание стыков должно быть выполнено до начала монтажа следующего этажа. Следовательно, в короткий отрезок времени необходимо восстановить при сварке нарушенную антикоррозийную защиту металлических связей. Указанный процесс выполняет звено изолировщиков, работающее одновременно со звеном монтажников.

Для обеспечения требуемой звукоизоляции вертикальные стыки между панелями внутренних стен тщательно конопатятся синтетическими жгутами с последующей зачеканкой цементно-песчаным раствором. Указанный строительный процесс может выполняться одновременно с монтажом, но чаще всего выполняется при ведении по-слюдомонтажных процессов, т.е. с отставанием от монтажа на 2...3 этажа.

Как отмечалось, точность монтажа панелей внутренних стен контролируется по следующим допускам: зазора между элементами; несоосности элементов; несовмещения ориентиров при установке низа и верха элементов.

После установки внутренних несущих стеновых панелей монтируют гипсобетонные перегородки, элементы лестничной клетки, стенки лоджий, электропанели, блоки водостоков и другие вертикальные элементы.

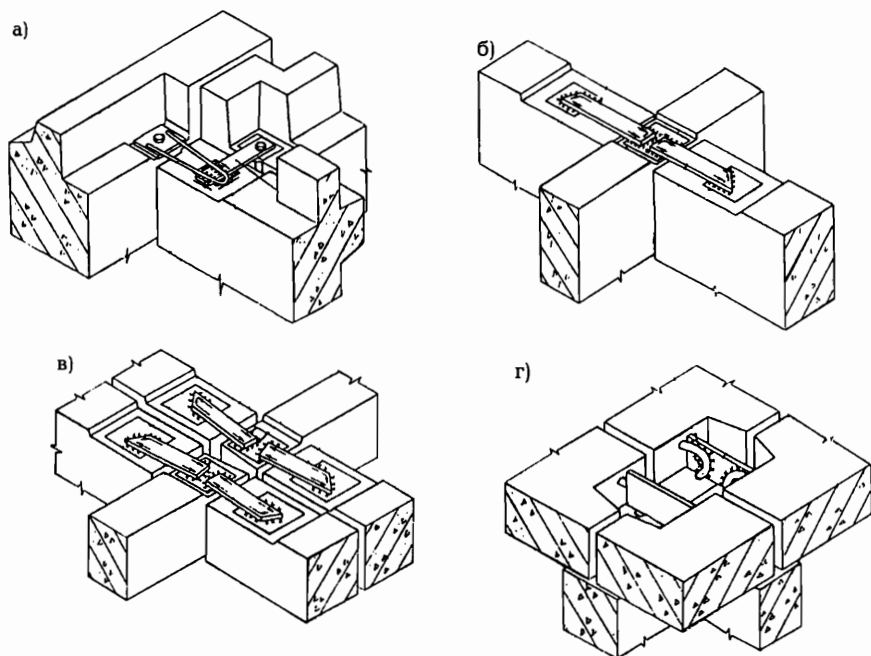


Рис. 5.21. Операционно-технологические схемы полуавтоматической сварки основных узлов соединений крупнопанельных жилых домов: а - выступающей и западающей панелей наружной стены с поперечной стеной лестничной клетки, б - поперечных и продольной внутренних стен; в - то же, в зоне температурно-осадочного шва; г - панелей перекрытия между собой

Монтаж панелей перекрытия ведут после установки, выверки и закрепления всех сборных элементов проектными связями. Непременным условием начала устройства перекрытия является загрузка на смонтированный этаж деталей, материалов, изделий; которые понадобятся для выполнения санитарно-технических и электромонтажных работ, производства общестроительных работ, плотнично-столярных работ (дверные блоки, антресольные и встроенные шкафы) и др. Невыполнение этого условия приводит в дальнейшем к тяжелым ручным процессам по подъему и перемещению грузов по этажам здания.

В зданиях с узким шагом поперечных несущих стен применяют панели перекрытий размером на комнату, которые не имеют стыков (рустов), что значительно повышает качество не только потолочных поверхностей, но и плоскостей, предназначенных для устройства покрытий полов.



В некоторых проектах зданий панели перекрытия могут быть совмещены с балконной плитой - изготавливаться в виде одного элемента, что сокращает количество монтируемых деталей и стыков между ними.

В зданиях с широким шагом поперечных несущих стен перекрытия в пределах одной комнаты собирают из нескольких панелей, между которыми имеются стыки, качество которых, в первую очередь, характеризуется соблюдением функционального допуска на несовпадение поверхностей.

Во всех случаях монтажа плит перекрытия необходимо строго следить за соблюдением следующих двух допусков: на неравенство длин опирания и на длину опирания.

Плиты перекрытия между собой соединяются сваркой металлических связей. Все швы перекрытия замоноличивают цементно-песчаным раствором марки, предусмотренной проектом. С учетом выполнения указанных процессов, перекрытие считается жестким диском, играющим важную роль в обеспечении устойчивости и геометрической неизменяемости здания.

Обеспечение геометрической точности монтажа сборных элементов подземной части в проектное положение достигается путем проведения комплекса геодезических работ.

Для установки стеновых панелей в проектное положение на каждом монтажном горизонте наносят установочные и ориентировочные риски. Они передаются с помощью базовых осей на монтажный горизонт с применением теодолита.

На рис. 5.22 приведена схема инженерно-геодезического обеспечения монтажных работ, состоящая в переносе осей на монтажный горизонт; в выносе высотных отметок для определения монтажного горизонта и др.

Для каждой стеновой панели монтажный горизонт фиксируется двумя маяками, устанавливаемыми по нивелиру. Монтаж стеновых панелей производится от ориентировочных рисков с помощью металлического шаблона. Вертикальность контролируется отвесом-рейкой. Точность установки по высоте контролируется геометрическим нивелированием. Панели перекрытий нивелируют из 4-х углов.

Окончательное закрепление конструкций разрешается только после полного устранения недопустимых отклонений.

При возведении зданий повышенной этажности используют геодезическую лазерную технику. К ним относятся лазеры-теодолиты ЛТ-56, КР-4, нивелиры ЛН-56, приборы вертикального проецирования ЛЗЦ-1, дальномеры и приспособления к ним.

Опорные точки для переноса осей на этажи располагают на параллельно смещенных продольных и поперечных линиях. В перекрытиях над опорными точками предусматривают специальные отверстия, позволяющие производить визирование с фундамента до самого верха здания. Могут использоваться также шахты лифтов, вентканалы и т.п.

На монтажном горизонте над отверстием укрепляются полотна из прозрачного материала с координатной сеткой, по которой определяют координаты переносимой точки.

Окончание монтажа панелей перекрытия открывает фронт работ для замоноличивания вертикальных стыков. Работа выполняется звеном бетонщиков, которые после установки инвентарной опалубки производят заделку стыков раствором или бетонной смесью при помощи установки, расположенной на перекрытии монтируемого корпуса.

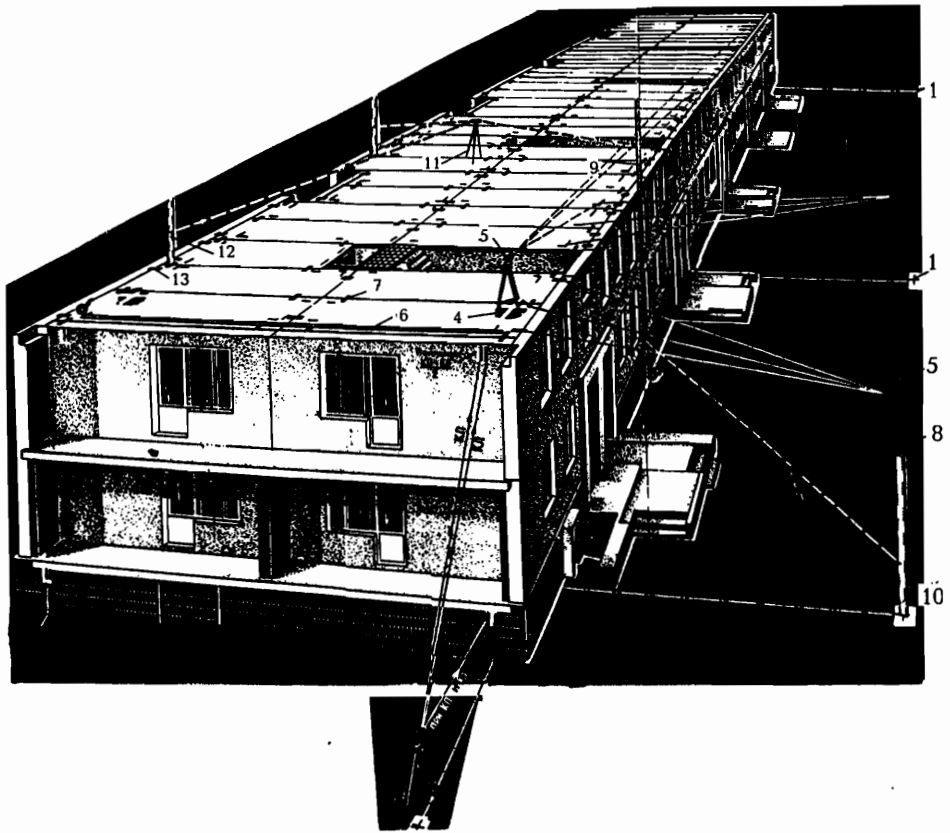


Рис. 5.22. Инженерно-геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ: перенос осей с исходного на монтажный горизонт: 1- точки закрепления осей на строительной площадке; 2 - теодолит; 3 - риски закрепления осей на цокольной панели; 4 - крестообразная окраска закрепления осей на перекрытии; определение месторасположения панелей внутренних и наружных стен; 5 - теодолит; 6 - рулетка; 7 - риски для установки панелей; вынос высотных отметок для определения монтажного горизонта; 8 - нивелир; 9 - рулетка; 10 - осевой знак, совмещенный с репером, для определения монтажного горизонта; 11 - нивелир; 12 - рейка нивелирная; 13 - отметки маяков для установки панелей наружных и внутренних стен

В каждой секции жилого дома предусмотрен мусоропровод. Чаще всего это безнапорные асбестоцементные трубы с установленными грузозачными клапанами. В высотных зданиях в каждой секции монтируют по два мусоропровода, один из которых имеет грузозачные клапаны на четных этажах, а другой - на нечетных.

На первом этапе сооружают из сборных железобетонных элементов мусорокамеру, которая оснащается выдвижными контейнерами на колесах емкостью  $0.8 \text{ м}^3$ . Стены камеры на всю высоту облицовываются глазурированной керамической плиткой.

Монтаж стволов мусоропровода производится после возведения всех конструкций этажа путем пропуска через отверстия в плитах лестничной клетки.

Параллельно с монтажом здания выполняют и другие строительные процессы, необходимые для подготовки фронта работ при производстве специальных и отделочных работ. К ним относятся: устройство системы естественной вентиляции, штукатурная обработка поверхностей стен, потолков и сопряжений сборных железобетонных элементов, установка дверных блоков, устройство встроенных и антресольных шкафов и др.

Перечисленные строительные процессы выполняют на захватках, свободных от монтажа, с отставанием на 1...2 этажа и завершают к моменту окончания процессов по устройству кровли.

### ***5.3.3. Монтаж лифтов***

Монтаж лифтов ведется параллельно с монтажом здания и выполнением других работ на свободных от монтажа конструкций захватках. Состав звена 4...5 чел.

К монтажу лифтов в 9-этажных зданиях приступают вслед за монтажом 6...7 этажей, а в 16-этажных зданиях - 12... 14 этажей. Заводская готовность элементов лифтов, поставляемых изготовителями, различна, что оказывает существенное влияние на начало работ по монтажу лифтового оборудования.

В объемные элементы шахт на заводах при их изготовлении могут устанавливаться многие элементы лифтов: обрамление дверных проемов (порталов), раздвижные двери, кронштейны для крепления направляющих, разделительные сетки и т.д. В этом случае объемы работ по монтажу оборудования в шахтах лифта значительно сокращаются, и монтаж лифтов может начинаться при монтаже последнего этажа здания. Во всех случаях до устройства перекрытий над шахтами лифтов должны быть опущены кабины и установлены металлоконструкции.

Технологический процесс устройства лифтов характеризуется предельно малым пространственным параметром и большим количеством разнообразных процессов, выполняемых по совмещенной технологии в короткий промежуток времени. Из-за этого на их выполнение разрабатывается график производства работ, подчиненный в начальной стадии процессу монтажа здания, а в дальнейшем отделочным процессам.

Количество, конструкция и технические характеристики лифтов зависят от назначения зданий и их высоты. Если в жилых домах до пяти этажей лифты отсутствуют, то по мере увеличения высоты зданий их количество возрастает и в высотных домах лестнично-лифтовый узел каждой секции имеет по три лифта, из которых два грузоподъемностью по 500 кг, третий 320 кг.

Технологический процесс устройства лифтов включает:

- монтаж лифтовых шахт;
- подготовка шахт под монтаж оборудования;
- монтаж лифтового оборудования в шахтах;
- монтаж конструкций машинного помещения;
- установка оборудования в машинном помещении;
- электромонтажные работы;
- отделочные работы;
- пуско-наладочные работы и обкатка лифтов.

Шахты лифтов монтируют из отдельных панелей или собирают из объемных железобетонных элементов высотой на этаж. В первом случае объемные элементы шахт могут собираться на строительной площадке и подниматься на место установки, так

как сборка шахт на месте установки из отдельных элементов затрудняет обеспечение необходимой точности геометрических параметров конструкций.

К началу работ по монтажу лифтов в шахтах должны быть установлены леса (настилы), выполнена штукатурная обработка мест сопряжения сборных элементов.

#### ***5.3.4. Совмещенная технология выполнения специальных работ***

Под термином санитарно-технические работы следует понимать целый ряд самостоятельных технологических процессов, в результате осуществления которых создается продукция в виде законченных различных инженерных систем здания, включающих необходимые коммуникации, оборудование и приборы для их функционирования.

К санитарно-техническим работам в жилых домах относятся работы по созданию следующих инженерных систем: горячего и холодного водоснабжения, водяного пожаротушения, водостоков, канализации, естественной вентиляции, незадымляемости.

Указанные процессы имеют свои технологические особенности и согласуются с ведущими процессами двухцикличной технологии возведения зданий.

Первый этап санитарно-технических работ и его параметры подчинены циклу монтажа зданий. Однако, размеры захваток характеризуются не только величинами по горизонтали (этаж - секция, этаж - две секции и т.д.), но и по вертикали. Для функционирования некоторых процессов санитарно-технических работ в качестве рабочего яруса требуется 2 – 3 и более этажей. Это вызвано конструктивными особенностями систем, размерами трубных заготовок и технологией производства работ.

Второй этап санитарно-технических работ выполняется без деления на захватки. Работы выполняет бригада сантехников, состоящая из 7...9 человек. Как правило, это три звена, в каждом из которых по одному газосварщику. Первое звено ведет монтаж систем отопления - трубных заготовок и нагревательных приборов надземной части здания. Второе звено монтирует системы водопровода, канализации и водостока в надземной части здания. Третье звено ведет монтаж всех систем, расположенных в техническом подполье: прокладку магистральных трубопроводов и обратной магистрали системы отопления; установку узлов ввода и управления, устройство элеваторных узлов и др. Следует отметить, что объем работ в техническом подполье значительно больше, чем на рядовом этаже дома, что исключает функционирование общего процесса в виде ритмичного потока.

Крупнопанельные здания комплектуются санитарно-техническими кабинками, которые представляют собой объемный конструктивный элемент, состоящий из железобетонного поддона и колпака в виде наружных и внутренних стен, объединенных перекрытием. Они имеют полную заводскую готовность, с установкой санитарно-технических коммуникаций и оборудования.

Отличительной особенностью строительных специальных процессов по прокладке низковольтных и слаботочных сетей в крупнопанельных зданиях является то, что они прокладываются в каналах вертикальных и горизонтальных конструкций здания, образованных при заводском изготовлении.

Вертикальная низковольтная и слаботочная электрическая разводка и распределительные шкафы размещаются в специальных самонесущих электропанелях, установленных в стенах межквартирных коридоров.

Электромонтажные работы выполняют по совмещенной технологии с монтажом зданий и разделяются на два этапа.

Первый этап связан с электромонтажными работами, выполняемыми в подвальной части здания, и заключается в прокладке проводок групповых сетей квартир и лестничных клеток. После возведения пяти-шести этажей здания производится установка поэтажных распределительных шкафов и монтаж магистралей, питающих групповые сети. К моменту окончания устройства кровли работы первого этапа завершаются.

Второй этап электромонтажных работ выполняется в период отделочных работ и заключается в монтаже установочных изделий и светильников, наладке систем, устройстве слаботочных сетей. Наряду с традиционными работами по монтажу систем радиовещания и телефонизации, выполняются процессы по созданию сетей диспетчерской связи, охранной сигнализации, домофонов, противопожарного оповещения и др.

В высотных жилых домах в целях противопожарной безопасности проживающих предусмотрено устройство систем незадымляемости путем создания напора воздуха в лестничную клетку и шахты лифтов, а из поэтажных межквартирных коридоров – систем дымоудаления.

### ***5.3.5. Отделочные работы***

Отделочные процессы наиболее сложно подчинить параметрам ведущего технологического процесса возведения зданий из-за необходимости строгого соблюдения различных технологических режимов и их увязки. Пространственные и временные параметры отделочных работ отличаются от монтажа зданий.

Работа по совмещенной технологии с монтажом здания связана с тем, что необходимы довольно частые перемещения рабочих отделочников в пределах монтируемого корпуса в зоны, свободные от монтажа. Неоднократные уход-возвращение на прежние рабочие места не способствуют высокопроизводительному труду и надлежащему качеству работ. Поэтому такой метод производства работ носит избирательный характер и применяется только в исключительных случаях.

Отделку крупнопанельных зданий выполняют в заключительном цикле производства работ, когда закончен монтаж, выполнено устройство кровли, пущено тепло, т.е. когда в корпусе созданы необходимые температурно-влажностные режимы и имеется достаточный фронт работ.

Технологический процесс отделки 16-этажного трехсекционного жилого дома осуществляется следующим образом.

Для вертикального транспорта материалов и подъема людей предусмотрены грузопассажирские и грузовые подъемники - по одному на секцию: либо грузовой, либо грузопассажирский (рис. 5.23). Подъем длинномерных изделий -плитусов, рулонов линолеума и др. осуществляется грузовым подъемником.

Отделочные работы начинаются после завершения монтажа всех конструкций здания. Продолжительность всех отделочных процессов не более 40 дней.

Здание по высоте делится на две захватки: первая с 1 по 8 этаж, вторая с 9 по 16 этаж. Все виды отделочных работ выполняются снизу вверх, сначала на первой захватке, а затем на второй. Деление на две захватки по высоте и направлению производства работ снизу вверх аргументировано не только тем, что на нижних этажах ранее завершилась подготовка под отделку, но и необходимостью продолжительной "просушки" поверхностей ранее выполненных работ. Указанное требование в значительной степени достигается тем, что на первых 7 этажах система отопления запускается при возведении 10 этажа.

Штукатурные работы в крупнопанельных зданиях связаны с обработкой мест сопряжения сборных железобетонных элементов и, как правило, выполняются параллельно с монтажом конструкций.

Выполнение отделочных работ ведется четырьмя или пятью технологическими циклами.

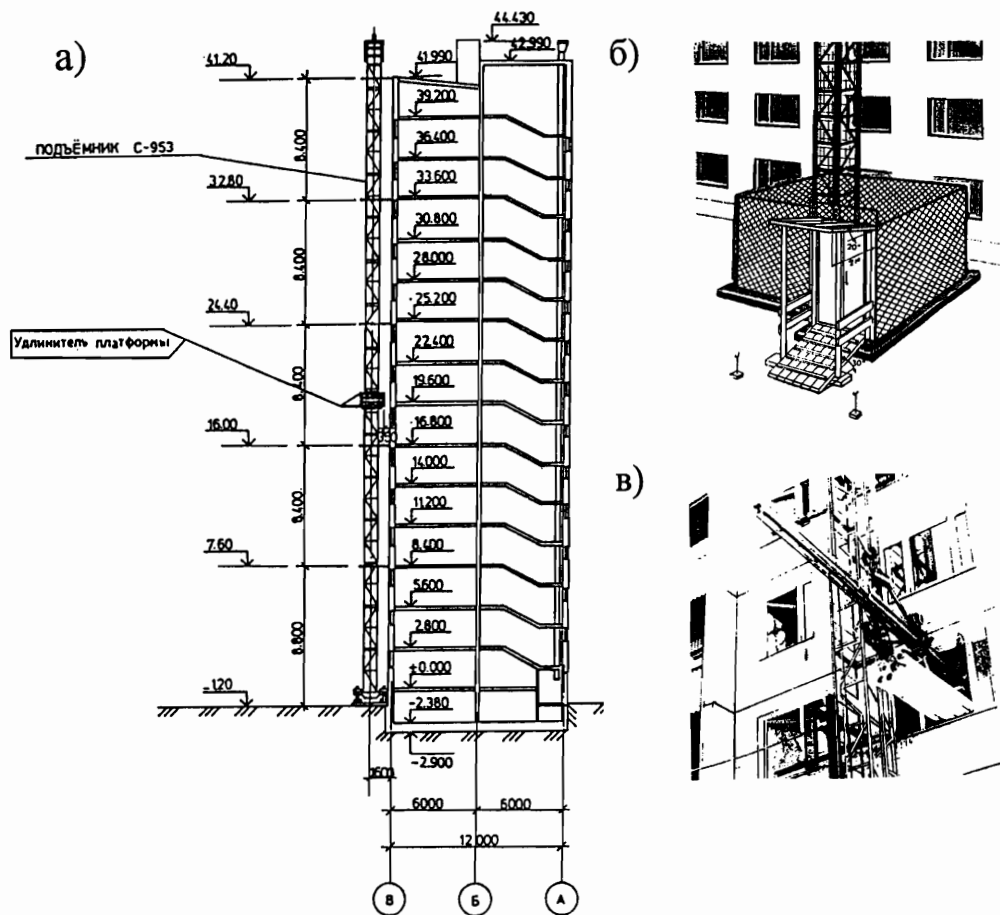


Рис. 5.23. Средства вертикального транспорта при выполнении отделочных работ: а - схема установки грузового подъемника С-953; б - кабина грузопассажирского подъемника; в - оснащение подъемника грузовой консолью

Первый цикл - штукатурные работы: разделка рустов, мест примыканий сборных элементов, обработка поверхностей потолков, стен, перегородок; устройство стяжек под полы.

Второй цикл - облицовочные и плиточные работы: облицовка стен керамической плиткой, гипсокартонными листами; настилка полов из керамической плитки.

Третий цикл - первый этап малярных работ: подготовка и окраска потолков; оклейка потолков обоями; подготовка поверхностей стен и перегородок под окончательную окраску.

Четвертый цикл - настилка линолеума; устройство покрытий полов из паркетных досок (паркета).

Пятый цикл - завершающие малярные работы: оклейка стен обоями; окончательная окраска стен, перегородок и столярных изделий; острожка и шлифовка паркетных полов и покрытие их лаком.

Трудоемкие малярные работы выполняются механизированным способом. Так, лестничные клетки, лифтовые холлы, межквартирные коридоры отделывают под "шагрень" с помощью шпаклевочного агрегата латексно-меловым составом с добавлением цветных пигментов. Для окраски больших поверхностей применяют окрасочные агрегаты высокого давления.

#### **5.4. Особенности технологии возведения крупнопанельных зданий нетрадиционных конструктивных схем**

##### ***5.4.1. Возведение жилых домов башенного типа***

Односекционные здания возводят по двухцикличной или трехцикличной технологиям.

При двухцикличной технологии работы максимально совмещены. Возможны три варианта функционирования общего технологического процесса возведения здания.

При первом варианте монтаж конструкций здания производят в две смены - во вторую и третью, а строительные и специальные работы в первую. Указанное решение обусловлено необходимостью вести работы по однозахватной системе, что исключает одновременное с монтажом выполнение других работ. Существенным недостатком является то, что продолжительность возведения здания возрастает за счет увеличения продолжительности работ первого цикла на одну треть.

По второму варианту первоначально более половины этажей здания монтируют в три смены без выполнения строительных и специальных работ. Затем верхние этажи монтируют в две смены, а строительные и специальные работы выполняют в первую смену. В результате к моменту окончания монтажа здания большая часть помещений подготавливается к отделке.

Третий вариант предусматривает совмещение монтажных работ не только со строительными и специальными процессами, но и с отделочными работами. После подготовки под отделку четырех-пяти нижних этажей, начинают выполнять на свободных от монтажа захватках отделочные процессы, что позволяет возводить односекционные дома без увеличения продолжительности общего технологического процесса.

При применении трехцикличной технологии работы производятся по схеме: монтаж - внутренние работы - отделка здания.

#### ***5.4.2. Возведение ширококорпусных жилых домов***

Ширококорпусные жилые дома проектируются, как правило, односекционными, башенного типа. Несущими конструкциями являются поперечные и продольные внутренние стеновые панели.

Для возведения таких зданий используются башенные краны, которые устанавливаются с одной или с двух сторон здания.

В первом случае требуется кран с большим вылетом крюка и высокой грузоподъемностью, что повышает себестоимость монтажных работ.

При использовании двух кранов в пределах одной секции необходимы дополнительные условия для безопасного производства монтажных работ.

Ширококорпусные здания возводят по трехцикличной технологии: монтаж - внутренние работы - отделка.

Следует отметить, что разнообразный шаг несущих стен, характер их расположения в плане здания делают нецелесообразным применение группового оснащения при их монтаже.

#### ***5.4.3. Возведение общественных зданий***

Крупнопанельные здания школ, детских дошкольных учреждений, больниц, гостиниц, поликлиник, АТС отличаются по ряду архитектурно-планировочных и конструктивных решений от жилых домов, что определяет особенности технологии их возведения.

В первую очередь, это значительная ширина зданий, достигающая 50 м и более. Указанный фактор оказывает решающее влияние при выборе монтажных кранов, их расстановке, определении границ монтажных участков и захваток, очередности в производстве работ и др.

Планировка помещений зданий, как правило, имеет различные решения как по этажам, так и корпусам.

На определенных этажах общественные здания имеют встроенные зальные помещения - спортивные, актовые, конференц-залы, музыкальные. Они характеризуются большими пролетами, часто являются двухсветными панелями высотой на два этажа. Это требует принятия дополнительных решений по технологии их монтажа.

Например, при монтаже двухсветных панелей стен, высота которых достигает 7 м, используются специальные траверсы и подкосы. До приведения панелей в монтажное положение необходимо произвести их кантование из транспортного состояния в рабочее. Данная операция производится либо на кантователях, установленных на строительной площадке, либо специальными гидрокантователями (траверсами) в процессе



их подъема. Временное закрепление таких элементов после их установки осуществляется четырьмя подкосами, располагаемыми в два ряда по высоте панели.

Из-за большой разницы в количестве изделий и различия в их технических характеристиках ведущих и основные строительные процессы функционируют неритмично.

Большепролетные помещения крупнопанельных зданий перекрываются нетрадиционными для этой конструктивной системы панелями перекрытий в виде "Т" или "2Т", масса которых значительно превышает массу других изделий. Для их монтажа используют передвижные самоходные краны большой грузоподъемности.

Системы инженерного оборудования общественных зданий по сравнению с жилыми домами более сложны и разнообразны. Многие из них требуют устройства встроенных шкафов, каналов, воздухопроводов и др. Обычно один из этажей или подвал здания используется для монтажа оборудования инженерных систем.

При производстве санитарно-технических работ, кроме традиционных, выполняют процессы по созданию систем приточной и вытяжной вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, водяного и газового пожаротушения и т.д.

При производстве электромонтажных работ дополнительно производятся работы по устройству систем оповещения, охраны, сигнализации, связи, телекоммуникации и т.д.

В целях сокращения продолжительности общего технологического процесса возведения зданий, применяется совмещенная технология производства работ между циклами с разбивкой зданий на блоки. Это позволяет до окончания монтажа всего здания выполнять внутренние строительные и специальные работы.

На выбор технологии возведения зданий влияют объемы применяемого технологического оборудования, без монтажа и наладки которого строительство объекта не может быть закончено.

Для крупнопанельных зданий с особо сложным технологическим оборудованием, например, автоматизированные телефонные станции, может быть принята четырехциклическая технология возведения: монтаж - внутренние работы - отделка - монтаж и наладка оборудования.

К общественным зданиям предъявляют повышенные требования к качеству отделочных работ, поэтому выполнение всех операций должно осуществляться в строгой последовательности, с соблюдением технологических режимов.

Отделочные работы производят в завершающем цикле работ.

## ГЛАВА 6. ВОЗВЕДЕНИЕ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ

### 6.1. Особенности конструктивно-технологических решений

Для сейсмических районов строительства в проектах крупнопанельных зданий принимаются различные конструктивные решения, обеспечивающие получение дисков жёсткости и стыковых соединений, повышающих пространственную жёсткость зданий. Это достигается путем создания арматурных выпусков или установки дополнительных закладных деталей в объединяемых сборных элементах, соединение которых осуществляется омоноличиванием или свариванием. При этом повышается эффект их совместной работы при эксплуатации нагрузках.

Устройство арматурных выпусков и бетонирование стыков приводят к повышению трудоемкости, а выполнение работ в стесненных условиях - к снижению качества сварных соединений и монолитных участков, а в целом - к снижению эксплуатационной надёжности зданий.

Для создания более эффективных сейсмостойких конструкций крупнопанельных зданий необходимо использование предварительно напряжённого армирования вертикальных и горизонтальных стыков элементов. При этом несущая способность многочисленных выпусков-связей компенсируется предварительно напрягаемой арматурой. После её установки и натяжения пространство стыков омоноличивается.

Напрягаемая арматура в горизонтальном сечении располагается в уровне перекрытий, а в вертикальном - в стыках между наружными панелями. При этом не только облегчается технология изготовления сборных элементов, но и упрощается монтаж, повышается его точность, снижается трудоёмкость процессов.

На рис.6.1 приведена принципиальная схема крупнопанельного здания с предварительно напряженными элементами. Напрягаемая арматура вертикальных стыков фиксируется в теле фундамента и по мере возведения этажей пропускается в полость стыков. Горизонтальная арматура располагается в уровне плоскости перекрытия в специальных каналах, фиксируется с одной стороны и натягается до возведения очередного этажа.

Применение горизонтальной напрягаемой арматуры практически не ограничивает свободу архитектурно-планировочных решений. В зданиях прямоугольного очертания в плане напрягаемая арматура располагается по осевым элементам здания в плоскости наружных стен в подстилающем слое раствора платформенного стыка. Концы напрягаемой арматуры привариваются к закладным деталям в угловых замыкающих плитах перекрытия (рис. 6.2, а). В зданиях сложного очертания в плане она может размещаться внутри здания в бороздах плит перекрытия, объединяя их в единый диск (рис.6.2,б). Борозды, располагаясь параллельно рабочей арматуре, не ослабляют несущую способность плит. При значительном изломе осей наружных стен арматура может прерываться и анкероваться к закладным деталям.

Горизонтальную арматуру в сейсмостойких зданиях необходимо располагать симметрично, как в продольном, так и в поперечном направлениях, чтобы свести до минимума возможность появления крутящих моментов. Поскольку требованиями СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах» является симметричность конструктивной схемы, архитектурно-планировочное решение само по себе обеспечивает возможность симметричной укладки арматуры. Если же архитектурно-планировочное решение не позволяет нанести обвязочный контур горизонтальной связи, то перекрытие можно объединить в единый диск комбинированным способом.

В зависимости от уровня сейсмического воздействия и размеров здания может быть применено предварительно напряженное армирование в продольном, поперечном и

комбинированном направлениях: по контуру перекрытия, по продольным наружным и внутренним стенам.

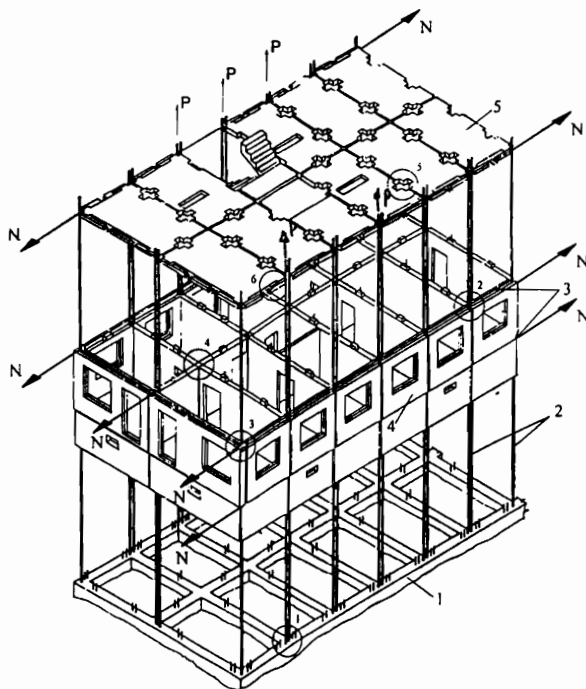


Рис. 6.1. Конструктивная схема крупнопанельного здания с напрягаемой арматурой и шпоночным соединением элементов: 1 – фундамент здания с анкерной арматурой; 2 – напрягаемая арматура вертикальных стыков панелей; 3 – то же, горизонтальных стыков; 4 – наружные стеновые панели; 5 – панели перекрытия на комнату со шпоночным соединением; N, P – усилие натяжения для горизонтальных и вертикальных стыков

Независимо от формы здания в плане технологический эффект от использования напрягаемой арматуры в горизонтальной и вертикальной плоскостях способствует увеличению пространственной жёсткости, повышению сейсмостойкости и, как следствие, его долговечности. Характерной особенностью такого решения является высокая технологичность производства работ, что обеспечивает значительное снижение трудоёмкости при одновременном повышении эксплуатационной надёжности зданий.

При возведении зданий с напрягаемой арматурой и шпоночным соединением сборных конструкций изменения касаются наружных и внутренних стеновых панелей, а также плит перекрытия. Элементы лестничной клетки, шахты лифта, санитарно-технические кабины и доборные изделия в основном остаются неизменными.

Возведение зданий с напрягаемой арматурой практически мало отличается от технологии возведения крупнопанельных зданий без напрягаемой арматуры. В то же время существует ряд технологических особенностей, которые имеют место при возведении подземной и надземной частей здания.

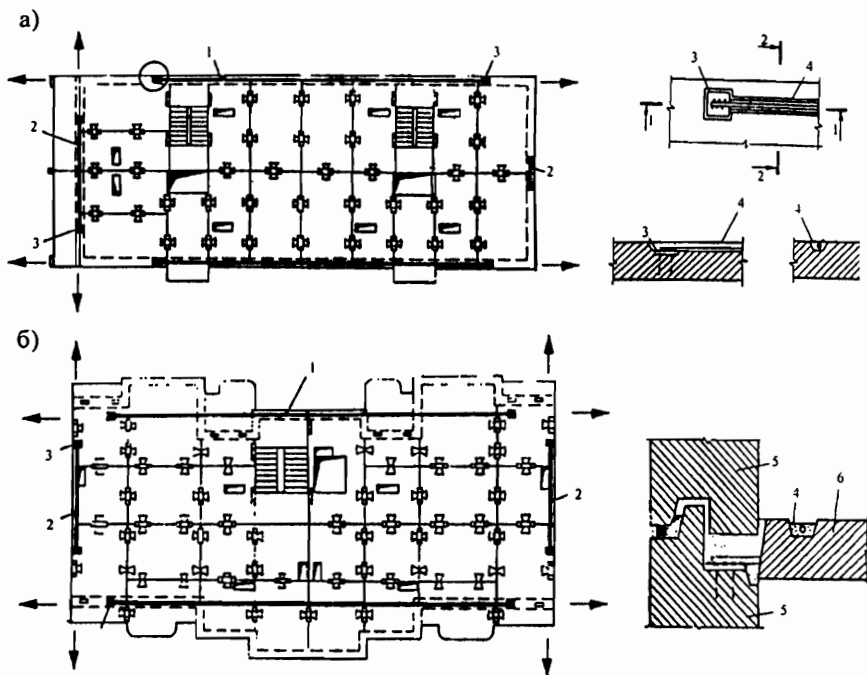


Рис. 6.2. Расположение горизонтально напрягаемой арматуры в зданиях прямоугольного (а) и сложного (б) очертания: 1 – продольная горизонтальная напрягаемая арматура; 2 – то же, поперечная; 3 – закладная деталь; 4 – борозда; 5 – наружная стеновая панель; 6 – плита перекрытия

## 6.2. Особенности возведения подземной части зданий

**Фундаменты** крупнопанельных зданий выполняют как из монолитного, так и из сборного железобетона. При устройстве фундаментов и ростверков из монолитного бетона предусматривается анкеровка арматурных канатов по оси вертикальных стыков, которые натягиваются после окончания монтажа здания (рис. 6.3,а). Для сборных фундаментов анкеровка арматурных канатов осуществляется за петли в фундаментных блоках (рис. 6.3,б). Зона анкеровки канатной арматуры соответствует суммарной высоте цоколя и длине заделки её в фундаменте. Места анкеровки должны совпадать со стыками наружных стен по периметру здания.

Натяжение арматуры осуществляется механическим или электротермическим способом. Наиболее эффективным является электротермический способ. Расчетное напряжение и допуски его отклонений принимаются по рабочим чертежам и контролируются удлинением стержней при электронагреве. Сила натяжения арматуры должна измеряться одним из методов, предусмотренных действующими ГОСТами. По достижении удлинения требуемой величины свободный конец арматуры сваривается с закладной деталью плиты перекрытия. Во избежание потерь напряжения электронагрев производится до остывания сварного шва. Для сокращения времени электронагрева и экономии электроэнергии могут быть предусмотрены меры для быстрого охлаждения

сварного шва. Последовательность натяжения продольных и поперечных стержней определяется соответствующим расчётом и предусматривается проектом.

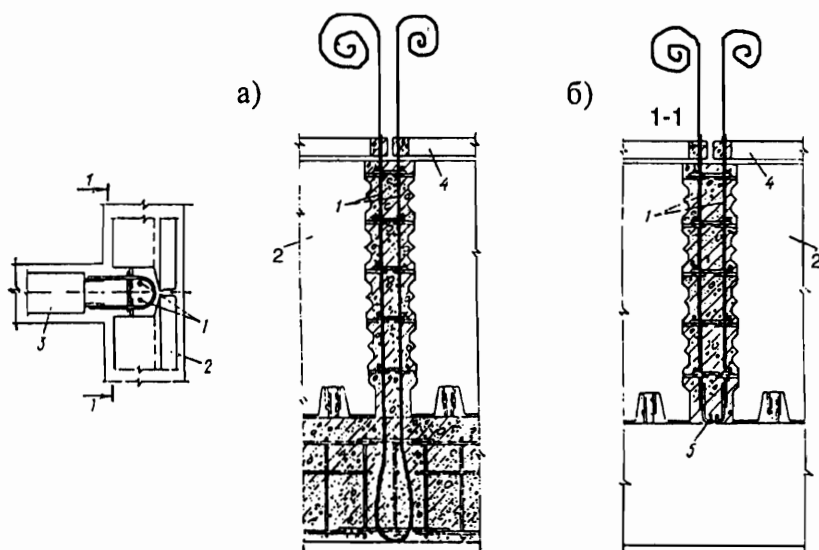


Рис. 6.3. Анкеровка канатной арматуры в монолитном (а) и сборном (б) фундаментах: 1 – вертикальная канатная арматура; 2 – наружная цокольная панель; 3 – внутренняя цокольная панель; 4 – плита перекрытия; 5 – петлевой выпуск

После натяжения арматуры вертикальные стыки панелей цокольного этажа, шпильные соединения панелей и плит перекрытий, швы панелей перекрытий и борозды с горизонтальной напряженной арматурой замоноличиваются. Бетонирование всех перечисленных элементов представляет один технологический процесс.

### 6.3. Возведение надземной части зданий

До начала возведения надземной части зданий осуществляется комплекс работ по устройству дренажа, гидроизоляции, обратной засыпке пазух и др. строительных процессов нулевого цикла.

Надземную часть крупнопанельных зданий возводят по двухцикличной и трехцикличной технологиям. Ведущим процессом является монтаж сборных конструкций. Пространственными параметрами монтажного процесса являются захватки, размеры которых соответствуют секции жилого дома. Монтаж сборных железобетонных конструкций, как правило, осуществляется комбинированным методом с использованием инвентарных средств для выверки, временного и окончательного крепления конструкций. Поточное производство предусматривает совмещение строительных процессов и требует ритмичной поставки изделий и материалов для каждого из них.

Особенностью возведения надземной части зданий является устройство вертикальных стыков с напрягаемой арматурой и поэтажной предварительно напрягаемой арма-

турой в плоскости перекрытий. Эти процессы выполняются параллельно монтажу конструкций и технологически связаны с ним.

Для горизонтального предварительного напряжения арматура подготавливается в заводских условиях, для чего стержни подвергаются холодной вытяжке на стыковочном аппарате, нарезаются на мерные отрезки в соответствии с проектом и стыкуются. Если вместо стержневой арматуры применяется более эффективная высокопрочная проволока или канатная арматура, то ее концы снабжаются гильзами или высаженными анкерами для обеспечения возможности закрепления концов напрягаемой арматуры методом сварки.

Перед монтажом сборных элементов осуществляются геодезические работы по определению монтажного горизонта, разбивке осей внутренних и наружных стен, устройству маяков.

На рис. 6.4 представлена технологическая последовательность монтажа сборных элементов типового этажа двухсекционного жилого дома. Монтаж элементов осуществляется по двум захваткам с равновеликими объемами работ. Для подъема и установки сборных конструкций используется башенный кран, а выверки и временного крепления - инвентарные средства. Монтаж конструкций типового этажа начинается от угловых элементов здания. При монтаже стен чередуются наружные и внутренние панели.

Наружные стеновые панели фиксируются подкосами, высвобождаемыми после установки плит перекрытия и с приваркой их выпусков к закладным деталям панелей наружных стен. Их вертикальные стыки при монтаже уплотняются прокладками из резиновой ленты, обеспечивающими герметизацию стыков. Резиновые ленты применяют на всю высоту здания с поэтажной проверкой качества их фиксации. За герметизирующей лентой укладывается утепляющий термопакет-вкладыш.

Вертикальная напрягаемая арматура располагается в стыках наружных панелей с внутренними. В петли торцов внутренних панелей, входящих в стык наружных стен, заводится канатная арматура, после чего устанавливается смежная наружная стеновая панель, и швы заполняются цементно-песчаным раствором. При монтаже канатная арматура свисает со стороны фасада и не мешает монтажным работам.

Внутренние стеновые панели устанавливаются на маяки и слой цементно-песчаного раствора, выверяются в проектное положение с помощью подкосов и соединяются с панелями перекрытий шпоночным соединением. При монтаже внутренней стеновой панели излишек раствора выдавливается шпонками, благодаря чему стыки надежно замоноличиваются.

После установки наружных и внутренних стеновых панелей осуществляется монтаж элементов лестничных клеток, стенок лоджий, лифтовых шахт и др. вертикальных конструкций. Далее устанавливают панели перекрытий. Для обеспечения платформенного стыка плит перекрытий с внутренними и наружными панелями используются шпоночные соединения.

После установки всех сборных конструкций на этаже осуществляют цикл работ, связанный с размещением и натяжением предварительно напрягаемой арматуры перекрытия (рис. 6.5).

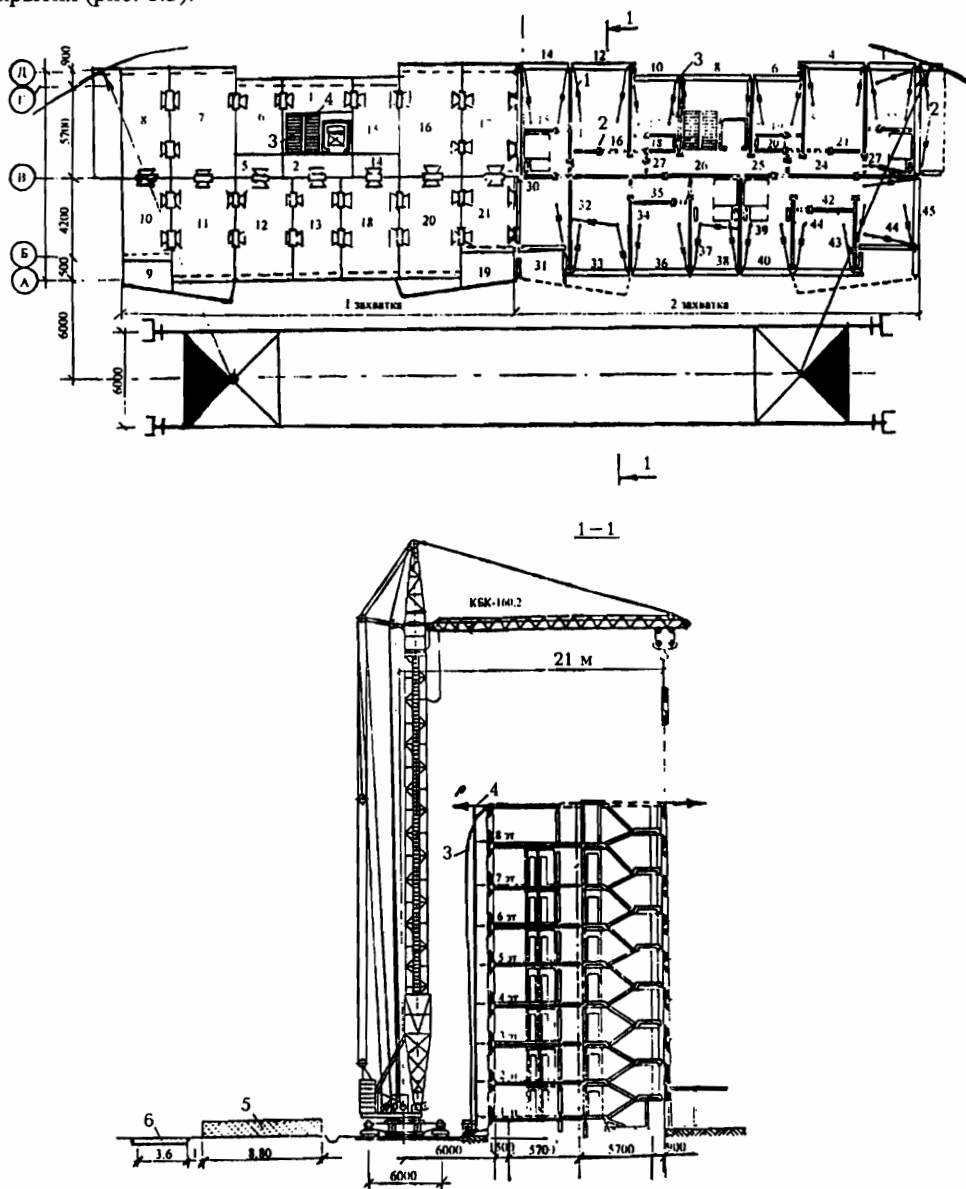


Рис. 6.4. Технологическая последовательность монтажа сборных элементов типового этажа здания с разбивкой на захватки и схемой временного крепления наружных и внутренних стеновых панелей: 1 – подкос; 2 – торцевая стойка; 3 – вертикальная напрягаемая арматура; 4 – горизонтальная напрягаемая арматура; 5 – склад сборных конструкций; 6 – временная автодорога

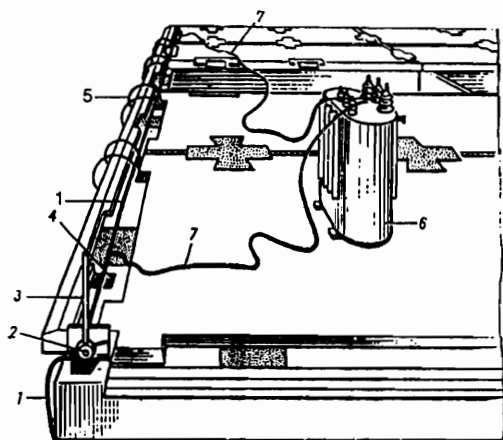


Рис. 6.5. Укладка и натяжение напрягаемой арматуры: 1 – горизонтальная напрягаемая арматура; 2 – винтовое приспособление; 3 – труба-рычаг; 4 – закладная деталь; 5 – канатная арматура вертикальных стыков; 6 – трансформатор; 7 – токопроводящий канал

Технологическая последовательность выполнения работ предусматривает совмещение ряда процессов, что способствует сокращению продолжительности работ. Монтаж сборных конструкций очередного этажа производится после выполнения работ по натяжению арматуры.

При возведении домов в районах с сейсмичностью до 9 баллов требуется обеспечение дополнительной устойчивости здания в период монтажа. Это приводит к необходимости поэтажного замоноличивания вертикальных стыков. Омоноличивание стыка осуществляется с использованием каналобразователей (рис. 6.6), представляющих собой полую трубу с приваренной к ней петлей в верхней части. Каналообразователь имеет сквозное отверстие для пропуска канатной арматуры. Арматура цапговым захватом защемляется в конце трубы. Во время поэтажного бетонирования во избежание схватывания трубы со свежееуложенным бетоном ее с помощью рычага проворачивают и перемещают на следующий этаж.

Укладка бетонной смеси производится из бункера, оснащенного вибратором. Это позволяет привнести смесь в состояние течения и обеспечивает достаточно высокую степень уплотнения. Использование пластифицированных смесей существенно снижает трудоёмкость работ по укладке.

Вертикальное натяжение арматуры в девятиэтажных зданиях производится на всю высоту здания. Для этого после монтажа перекрытий над парпетными панелями устанавливаются домкраты. На концы канатной арматуры, выходящие выше парпета, на-

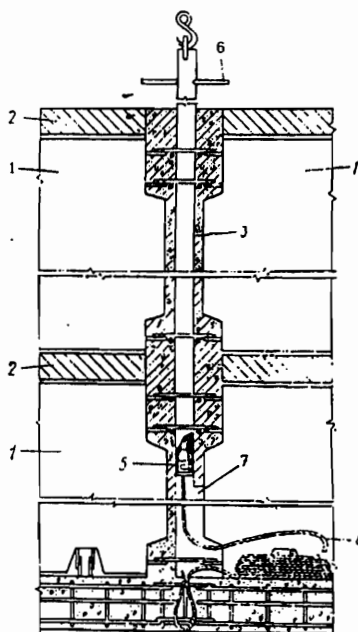


Рис. 6.6. Укладка вертикальной канатной арматуры с помощью трубы-каналообразователя: 1 – внутренняя стенная панель; 2 – плита перекрытия; 3 – труба-каналообразователь; 4 – канатная арматура; 5 – цапговым захват; 6 – рычаг; 7 – окно



деваются упорные инвентарные приспособления и цанговые захваты, после чего арматура крепится к коромыслу, снабженному приспособлением, позволяющим устранить слабинку, и арматура натягивается домкратом. По достижении требуемого усилия натяжения нижние цанговые захваты фиксируются и обеспечивают передачу усилия на бетон панели через упорные приспособления. Затем домкраты, коромысла и верхние цанговые захваты высвобождаются для повторного применения. Последовательность и количество одновременно напрягаемых стыков могут быть произвольными ввиду незначительных напряжений в панелях.

При возведении зданий более девяти этажей (до 16) натяжение вертикальной арматуры производится в два этапа по высоте - на девятом этаже и на парапете здания. Натяжение арматуры вышележащих этажей осуществляется аналогично описанному, с той разницей, что вместо цанговых применяют раскрывающиеся полуавтоматические захваты.

На первом этапе натяжения вертикальные стыки замоноличиваются, исключая последний этаж, после чего монтируются остальные этажи и натягивается арматура на парапете. Плотность заполнения бетоном вертикальных полостей, образованных смежными панелями, проверяется через отверстия наружных стен.

Вертикальные стыки замоноличиваются мелкозернистой бетонной смесью, которая подается в каналы сверху вниз, в несколько этапов. Качество заполнения каналов контролируется поэтажно через отверстия у внутренней кромки наружных стеновых панелей. Залитая смесь создает гидростатическое давление и плотно прижимает резиновую ленту, герметизируя шов. После достижения проектной прочности бетоном нижние цанговые захваты снимаются вместе с упорными инвентарными приспособлениями, в результате чего усилие натяжения арматуры передается на бетон стыков.

Натяжение канатной арматуры и замоноличивание вертикальных стыков обеспечивает образование надежных связей между наружными и внутренними стенами. При этом полностью исключаются опалубочные работы и упрощается монтаж канатной арматуры.

Контроль выполнения всех строительных процессов должен осуществляться пооперационно. Для этой цели разрабатываются технологические карты, в которых кроме схем производства работ указываются комплект оборудования и приспособлений, технологическая последовательность работ и инструментальные средства контроля. На все скрытые работы составляются акты. Допустимые отклонения значений натяжения не должны превышать расчетных, определенных по СНиП 2.03.01-84\*. Сила натяжения должна определяться в соответствии с проектом. Натяжение вертикальной арматуры контролируется до заливки каналов, а по достижении бетоном проектной прочности окончательно проверяется усилие натяжения.

#### **6.4. Особенности устройства стыков**

Из всех стыковых соединений наиболее характерными и часто повторяющимися являются стыки примыкания наружных стеновых панелей и панелей внутренних стен, соединения внутренних стеновых панелей между собой, наружных и внутренних стеновых панелей с плитами перекрытия, плит перекрытия друг с другом.

Конструктивной схемой здания с предварительно напряжённой горизонтальной и вертикальной арматурой предусмотрено отсутствие каких-либо арматурных выпусков. Плоское рифление заменено минимальным количеством шпонок, что упрощает изготовление элементов и снижает объем сварочных работ в условиях строительной площадки. Внутренняя стеновая панель заводится между панелями наружных стен, и через

ее петлевые арматурные выпуски пропускают вертикальную канатную арматуру (рис. 6.7).

После бетонирования полости образуется надежное шпоночное соединение, объединяющее наружные и внутренние стеновые панели.

Герметизация стыка обеспечивается резиновой лентой, укладываемой во время монтажа. Она плотно прижимается к пазу между смежными панелями за счет гидростатического давления, возникающего в бетоне во время замоноличивания.

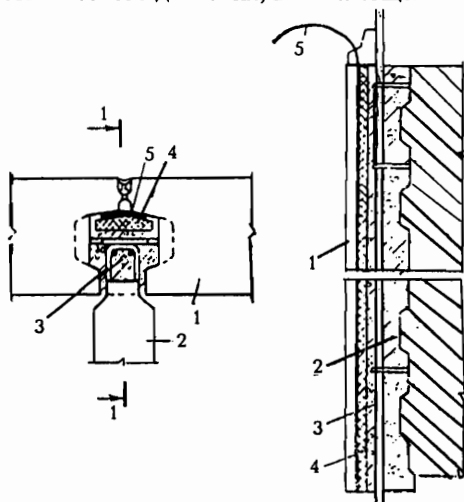


Рис. 6.8. Сопряжение наружных стеновых панелей и плит перекрытия: 1 - наружная стеновая панель; 2 - плита перекрытия; 3 - шпонка; 4 - закладная деталь; 5 - арматурный выпуск; 6 - горизонтальная напрягаемая арматура

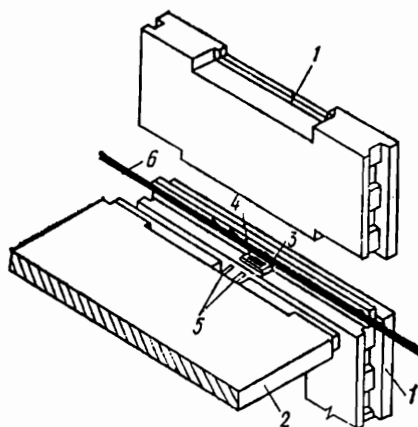


Рис. 6.7. Стык наружных и внутренних стеновых панелей: 1 - наружная стеновая панель; 2 - то же, внутренняя; 3 - напрягаемая канатная арматура; 4 - термопакет; 5 - герметизирующая резиновая лента

Поскольку бетонированная полость замкнута, можно использовать бетоны на расширяющемся цементе, что значительно повышает плотность и герметичность стыка, делает его самонапряженным. При понижении температуры наружного воздуха используют средства термовлажностной обработки с применением греющих проводов, кабелей и др. приспособлений.

Горизонтальные стыки наружных стен формируются наружными стеновыми панелями и плитами перекрытий. Их конструктивное выполнение максимально упрощено, а количество арматурных выпусков и фигурных выемок, образующих шпоночные соединения, сведено до минимума. Для укладки напрягаемой горизонтальной арматуры предусмотрена сплошная борозда в приопорной части плиты перекрытия, что повышает технологичность работ (рис. 6.8).

Вертикальные стыки внутренних стеновых панелей выполняются в двух вариантах (рис. 6.9). По первому варианту панели объединяются арматурными выпусками, по второму - связями, привариваемыми к закладным деталям панелей внутренних стен. Шпоночное соединение элементов внутренних стен обеспечивает высокую эксплуатационную надёжность стыков. В то же время это повышает технологичность работ, снижая трудозатраты на устройство стыков.

Торцы панелей с арматурными выпусками при монтаже образуют полости. Сварные соединения в зоне стыка осуществляются в двух уровнях по высоте при соединении панелей с проемами или в трех уровнях при соединении глухих панелей.

В местах сварных соединений устанавливается инвентарная опалубка. Исключаются зазоры между панелями, после чего стыки замоноличиваются. По этому варианту объём опалубочных работ остаётся достаточно большим. По второму варианту стыкуемые панели вплотную прилегают друг к другу, образуя на всю высоту здания канал, в который укладывается вертикальная связевая арматура. При этом исключаются опалубочные работы.

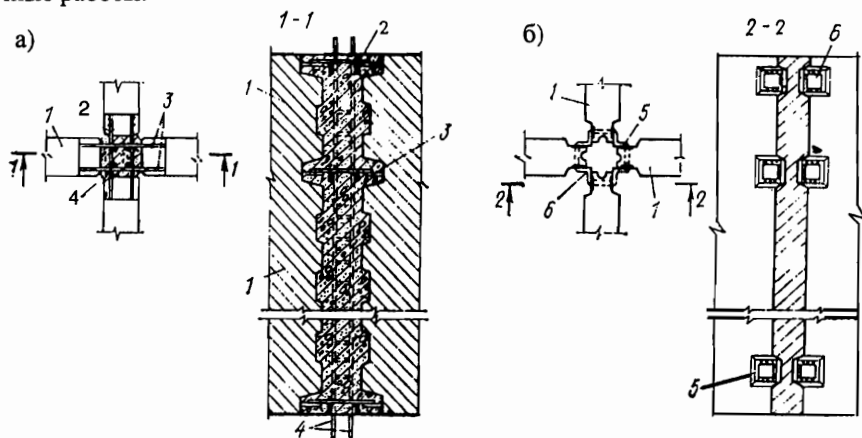


Рис. 6.9. Вертикальные стыки внутренних стеновых панелей с арматурными (а) и жесткими (б) связями: 1 - внутренняя стеновая панель; 2 - арматурный вкладыш; 3 - арматурные выпуски; 4 - вертикальная связевая арматура; 5 - закладная деталь; 6 - уголок

Панели объединяются сваркой закладных деталей через накладки. При жестком соединении стеновых панелей нет необходимости замоноличивания стыков в период монтажа. В этом случае стыкуемые панели вплотную прилегают друг к другу, образуя на всю высоту здания канал. Такое решение значительно уменьшает трудозатраты, так как на замоноличивание стыков не требуется устройство опалубки.

Для обеспечения устойчивости здания во время монтажа необходимо поэтажное бетонирование вертикальных стыков внутренних стен.

Горизонтальные стыки внутренних стеновых панелей (рис. 6.10,а) представляют собой комбинированную систему, в которой сдвигающие усилия воспринимаются шпоночными соединениями, а вертикальные нагрузки передаются через платформенный стык, в том числе и в местах шпоночных соединений.

Шпонки образуются армированными выступами на верхних и нижних торцах стеновых панелей и соответствующими вырезами по контуру плит перекрытий. Для облегчения установки панелей в проектное положение геометрические размеры выступов и вырезов необходимо назначать с допусками, исключая дополнительную

подгонку. Образующиеся полости замоноличиваются поэтажно по окончании монтажа плит перекрытий.

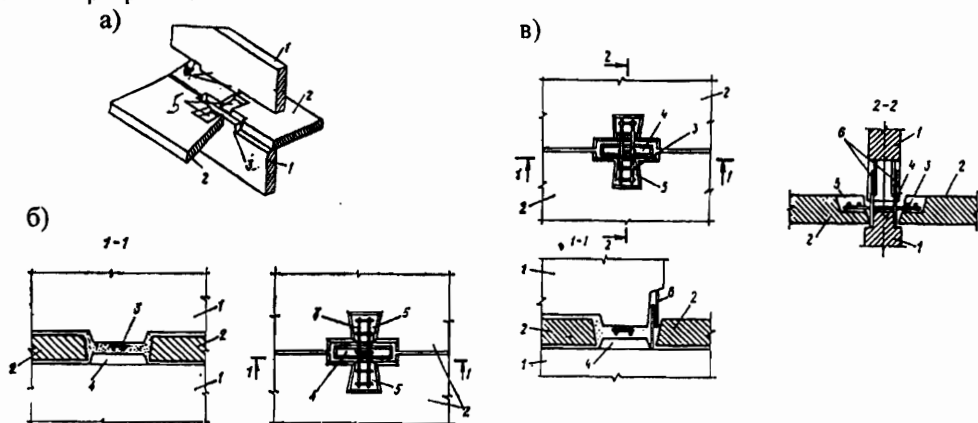


Рис. 6.10. Сопряжение внутренних стеновых панелей и плит перекрытия: а – общая схема; б – без вертикальной связи; в – то же, со связями; 1 – внутренняя стеновая панель; 2 – плита перекрытия; 3 – арматурный каркас; 4 – шпонка стеновой панели; 5 – шпонка перекрытия «ласточкин хвост»; 6 – выпуски арматуры

В здании с напрягаемой арматурой и шпоночным соединением элементов (рис. 6.10, б, в) в панелях перекрытий выпуски отсутствуют, смежные панели перекрытия объединяются железобетонными шпонками типа «ласточкин хвост», которые рассчитаны на восприятие растягивающих усилий, возникающих в плоскости перекрытия при сейсмических воздействиях. Выемки плит перекрытия, предназначенные для выпусков стеновых панелей, совмещают с местами устройства шпонок.

Армирование шпонок осуществляется плоскими каркасами, их количество зависит от длины плит перекрытия. При длине плит до 3,6 м используется одна шпонка, а более 3,6 м – 2 шт. (расположенные симметрично).

После монтажа внутренних панелей этажа производится их замоноличивание. Одновременно бетонируются стыки внутренних стен и шпонки. Таким образом обеспечивается совместная работа внутренних стен и плит перекрытий, повышается пространственная жесткость здания и сейсмостойкость.

Рассматриваемая технология способствует снижению трудоёмкости устройства стыков крупнопанельных зданий с напрягаемой арматурой и шпоночным соединением элементов за счёт сокращения количества арматурных выпусков и шпонок до обусловленного расчетом и конструктивными требованиями минимума. Упрощаются формы и бортоснастка для изготовления сборных элементов, соответственно уменьшаются материальные и трудовые затраты на их изготовление. На стадии монтажа значительно сокращается объем сварочных, опалубочных и бетонных работ.

## 6.5. Оборудование и приспособления для монтажных работ

Оборудование и приспособления для монтажных работ при возведении крупнопанельных зданий с предварительно напряженной связевой арматурой и шпоночным соединением элементов могут быть разделены на две основные группы. *К первой группе* относятся башенные краны и все виды оборудования и приспособлений, требующиеся для монтажа крупнопанельных зданий: грузозахватные приспособления (траверсы, стропы), средства временного крепления и выверки (подкосы, кондукторы, нормокомплекты для сварочных работ и т. д.). *Ко второй группе* относятся те виды оборудования, которые необходимы для осуществления предварительного напряжения верти-

кальной и горизонтальной арматуры (рис. 6.11). К ним относятся гидродомкраты различных модификаций.

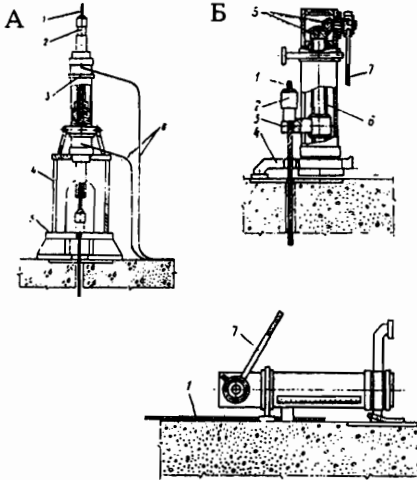


Рис. 6.11. Приспособления для натяжения арматуры: А – полый домкрат гидравлического действия: 1 – канатная арматура; 2 – цанговый захват; 3 – полый гидроцилиндр; 4, 5 – упорное приспособление; 6 – шланги высокого давления; Б – универсальное приспособление для горизонтального и вертикального натяжения арматуры: 1 – канатная арматура; 2 – цанговый захват; 3 – захват; 4 – поворотный упор; 5 – коническая зубчатая пара; 6 – винт грузовой; 7 – ручка с храповым механизмом

Так, для натяжения арматуры применяются мобильные домкраты механического или гидравлического действия, которые позволяют сообщать напряжение как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Создан специальный домкрат гидравлического действия для натяжения только вертикальных арматурных стержней. Для случаев, когда вертикальное натяжение связевой арматуры выполняется в два приема и более, предусмотрено применение раскрывающихся полуавтоматических захватов. Для обжатия гильз на канатах применяют гидравлическое приспособление, по габаритам доведенное до ручного инструмента.

Перечисленные средства механизации процессов натяжения арматуры снижают трудовые затраты. В то же время они обеспечивают контроль натяжения арматуры путем применения специальных датчиков.

Как показала практика, конструктивные решения крупнопанельных зданий с напрягаемой арматурой и шпоночным соединением сборных элементов позволяют повысить сейсмостойкость зданий и их эксплуатационную надежность при одновременном снижении материальных и трудовых затрат на их возведение. Оптимизация конструктивных решений открывает широкие перспективы строительства крупнопанельных зданий в сейсмических районах страны.

Напрягаемая связевая горизонтальная арматура закрепляется анкерующими приспособлениями, а вертикальная – заделкой в фундамент (нижний конец) и съемными зажимами (верхний конец). Анкерующие приспособления в зависимости от марки стали и класса арматуры (кроме стержневой, которая приваривается) могут быть штампованными с напрессованными и обжатыми шайбами, втулками и гильзами. Арматурные элементы выполняются в виде стержней или канатов. Несвариваемую арматуру стыкуют с помощью втулок.

Заготовка напрягаемых арматурных элементов из стержневой арматуры включает операции по стыковке и устройству анкеров, которые выполняются на заводах сборного железобетона в арматурных цехах на стационарных установках. Они поступают на стройку в виде заготовок. Натяжение арматуры в горизонтальном направлении осуществляется с помощью электротермического метода и с применением гидравлических домкратов.

Кроме этого разработаны и используются специальное оборудование и приспособления. К ним следует отнести приспособления для устранения слабину арматуры, устройство для горизонтального и вертикального натяжения арматуры, коромысло с винтовым приспособлением для устранения слабину и одновременного натяжения арматурных канатов.

## ГЛАВА 7. ТЕХНОЛОГИЯ ОБЪЕМНО-БЛОЧНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Возведение зданий и сооружений с применением объемных блоков в нашей стране и за рубежом осуществляется с начала 60-х годов. Этому способствовала проводимая в области строительства техническая политика, направленная на индустриализацию строительного производства, повышение степени заводской готовности конструктивных элементов, снижение трудоемкости монтажных работ и сроков возведения зданий и сооружений.

Распространение этого метода полносборного строительства обеспечивало превращение строительной площадки в полностью монтажную с применением мощных транспортных и монтажных машин и оборудования.

Первые практические работы в области объемно-блочного домостроения начались с изготовления объемных санитарно-технических кабин. В дальнейшем были разработаны качественно новые конструкции зданий из объемно-пространственных элементов (блоков): блок-комнат, блоков на ширину здания и блок-квартир. Такой тип зданий в наибольшей степени позволяет создать на заводе законченную ячейку, которую на площадке остается только установить в проектное положение и подключить к внешним коммуникациям.

Объемные блоки применяют не только в гражданском строительстве, но и в промышленном. Из блок-комнат возводят вспомогательные здания и сооружения промышленных предприятий. Их используют для отдельно стоящих бытовых помещений, а также непосредственно в цехах промышленных предприятий для различных вспомогательных производств.

Широкое развитие комплектно-блочный метод строительства получил при возведении наземных объектов обустройства газоместорождений, нефтепромыслов, трубопроводов и объектов инфраструктуры. Важным этапом комплектно-блочного строительства является переход от отдельных небольших зданий к комплектно-блочным сооружениям – компрессорные станции, установки комплексной переработки нефти и газа и т.п. Конструктивно такие сооружения выполняются в виде отдельных блоков с полным оснащением оборудованием. Их масса достигает 400...1000 т, что требует специальных средств транспортирования и монтажа.

Технико-экономические показатели свидетельствуют о высокой эффективности этого метода. Так, трудоемкость возведения домов из объемных элементов в 2...4 раза ниже, чем трудоемкость строительства зданий из крупных панелей, и значительно ниже, чем из крупных блоков и кирпича.

### 7.1. Конструктивные схемы зданий из объёмных блоков

Здания из объемных блоков возводят по трем конструктивным схемам: *блочной* со сплошной укладкой блоков, *блочно-панельной* и *каркасно-блочной* с несущим остовом.

Блочная и блочно-панельная конструктивные схемы выполняются из объемных блоков из тяжёлого или лёгкого железобетона в зданиях высотой до 12...16 этажей. Каркасно-блочная схема является наиболее рациональной в зданиях высотного типа, где применяются облегчённые объемные блоки из эффективных материалов.

При возведении зданий *по блочной схеме* обеспечивается наибольшая степень заводской готовности, поскольку на завод переносятся все операции по изготовлению,

комплектации, оснащению сантехническим и инженерным оборудованием, наружной и внутренней отделке блоков.

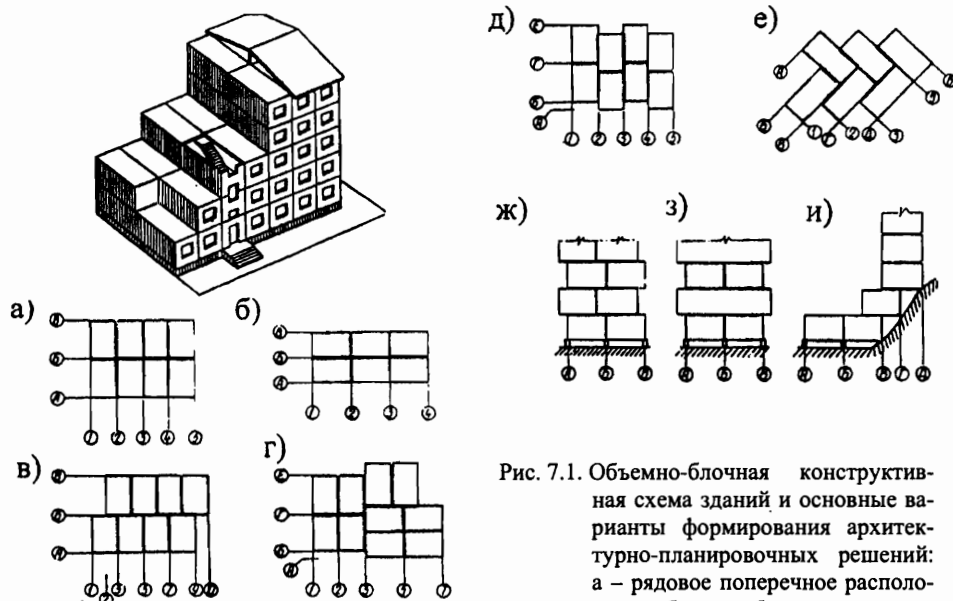


Рис. 7.1. Объемно-блочная конструктивная схема зданий и основные варианты формирования архитектурно-планировочных решений: а – рядовое поперечное расположение блоков; б – рядовое продольное расположение блоков; в – с продольным сдвигом блоков; г – с поворотом блоков; д – с поперечным сдвигом; е – со сдвигом и поворотом; ж – со сдвигом по вертикали; з – со свесом блоков; и – со ступенчатым сдвигом

На строительной площадке выполняется лишь монтаж блоков, соединение трубопроводов и заделка стыков, что составляет 15...20% общих трудозатрат на возведение здания. Поэтому блочная схема в наибольшей степени соответствует основным принципам

объемно-блочного домостроения - существенному перераспределению трудозатрат в сферу заводского производства при одновременном общем их снижении на строительной площадке, что приводит к значительному сокращению сроков строительства.

Вместе с тем блочная схема предопределяет некоторую связанность архитектурно-планировочных решений зданий из-за ограниченных размеров блоков, их взаимному расположению в пространственной структуре здания и др. На рис.7.1 показаны варианты формирования архитектурно-планировочных решений за счёт изменения взаимоположения блоков: соосное, со сдвигом блоков по осям и с поворотом. Использование сдвига и поворота блоков расширяет архитектурно-планировочные решения зданий, появляется возможность использования блоков, консольно выступающих или западающих за плоскость фасада здания. Ступенчатое расположение блоков позволяет рационально использовать рельеф местности.

**Блочно-панельная схема** зданий предусматривает сочетание несущих объемных блоков, монтируемых на различных расстояниях друг от друга, и плоских панелей перекрытий и стен, замыкающих свободные пространства между блоками (рис.7.2). Бла-

годаря этому создаётся возможность осуществления в жилых домах принципа свободной планировки квартир.

В зданиях блочно-панельной схемы с помощью объёмных блоков решаются помещения, оснащение которых требует наибольших заводских трудозатрат (сантехнические помещения, лестницы и т.п.). Блочно-панельная схема позволяет применять объёмные блоки при возведении зданий культурно-бытового назначения, где требуются большие беспорядные площади (классы, рекреации, игровые комнаты, торговые помещения и т.п.). Однако положительные свойства блочно-панельной схемы приобретаются ценой некоторого снижения степени заводской готовности зданий, поскольку их панельную часть приходится дополнительно отделять на стройплощадке. В блочно-панельных домах увеличивается количество, разнотипность и разновесность монтажных элементов, что приводит к некоторым усложнениям транспортно-монтажных работ. Разнообразию планировочных решений достигается путём использования различных схем расположения блоков. Их можно размещать в шахматном порядке в плане и по вертикали, а также использовать комбинированное расположение в продольном и поперечном направлениях.

Применение блочно-панельной схемы возведения зданий позволяет не только расширять архитектурно-планировочные решения, но и способствует снижению расхода материалов и трудоёмкости производства работ.

**Каркасно-блочная конструктивная схема** зданий базируется на комбинированном использовании несущих конструкций в виде безригельного, стоечно-ригельного или стоечно-безригельного каркасов, в пространстве которых размещают объёмные блоки (рис. 7.3). При этом каркас воспринимает все действующие нагрузки и передает их на фундамент, а блоки выполняют роль полностью готовой пространственной ячейки здания. Такая конструктивная схема позволяет создавать гибкие архитектурно-планировочные решения, протяженные свободные пространства, а не заполняемые блоками площади использовать в качестве прогулочных площадок, цветников, аэрационных проемов и т. д. Рассматриваемые конструктивные схемы обеспечивают, в случае необходимости, замену отдельных блоков в процессе эксплуатации. Дома с каркасом и объёмными блоками могут возводиться большой этажности, которая лимитируется несущей способностью каркаса.

Следует выделить ряд разновидностей блочных зданий с несущим остовом: здания со стоечным безригельным каркасом, где роль ригелей выполняют сами блоки, опираемые по углам на стойки (рис. 7.3, а); здания с полным стоечно-ригельным каркасом, в ячейки которого вставляются объёмно-блочные элементы (рис. 7.3, б); здания со стоечным безригельным каркасом и сплошными (железобетонными) перекрытиями в каждом этаже, на которые ставятся объёмные блоки (рис. 7.3, в).

Имеются решения объёмно-блочных зданий, где в качестве несущего остова используются железобетонные башни (ядра жесткости), в которых одновременно размещаются лестницы, лифты и др. инженерные коммуникации (рис. 7.4). При этом объёмные блоки могут быть подвешены на вантах к уширенному оголовнику башни (рис. 7.4, а) или опираться на консольные поэтажные платформы (рис. 7.4, б). Имеются также конструктивные решения, предусматривающие сочетания каркасной схемы с несущими железобетонными объёмными блоками. В этих случаях блоки устанавливаются многоэтажными рядами на специальные консоли или консольно прикрепляются к несущей башне, не опираясь друг на друга по высоте (рис. 7.4, в).



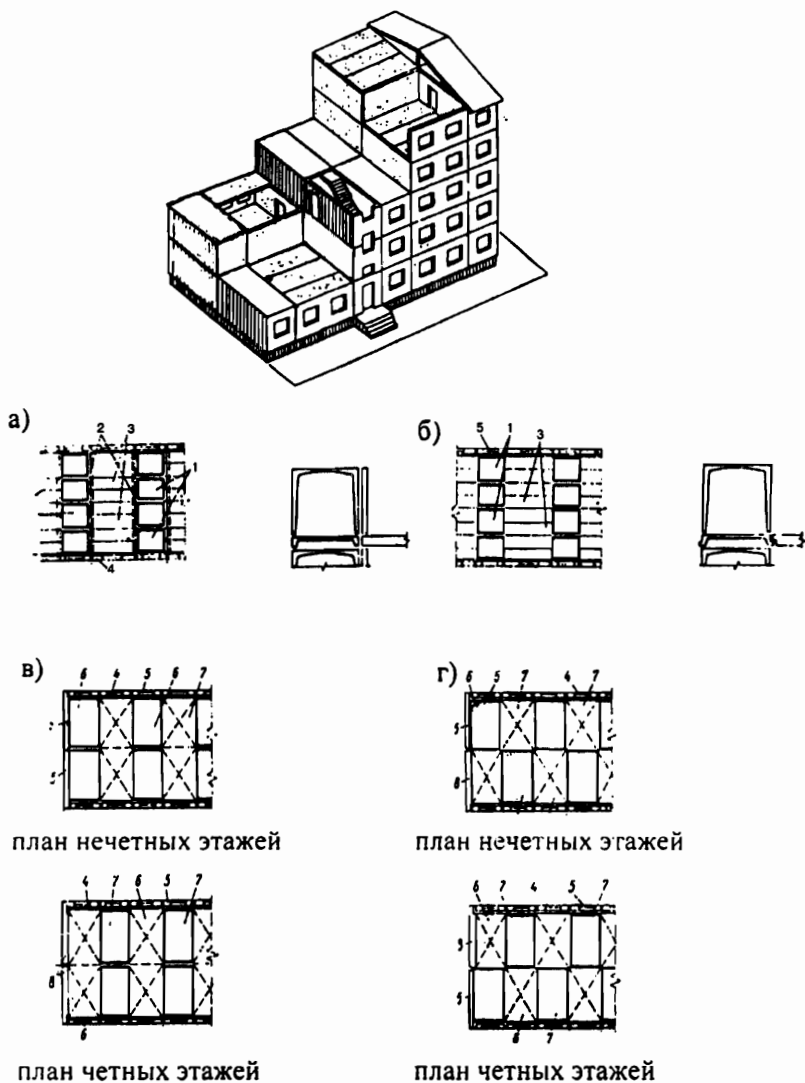


Рис. 7.2. Блочно-панельная конструктивная схема объемно-блочных зданий и основные варианты расположения конструктивных элементов: а - раздельная, с передачей нагрузок от панельного пролета на самостоятельные несущие стены; б - без несущих панельных стен, с передачей нагрузок от панельного пролета на выступ панели пола блока; в - с шахматной расстановкой объемных блоков по вертикали; г - с шахматной пространственной расстановкой блоков; 1 - несущие объемные блоки; 2 - внутренние несущие стены; 3 - панели перекрытий; 4 - панели наружных стен; 5 - наружные стены объемных блоков; 6 - несущие объемные блоки нечетных этажей; 7 - то же, четных этажей; 8 - несущие панели торцевых стен

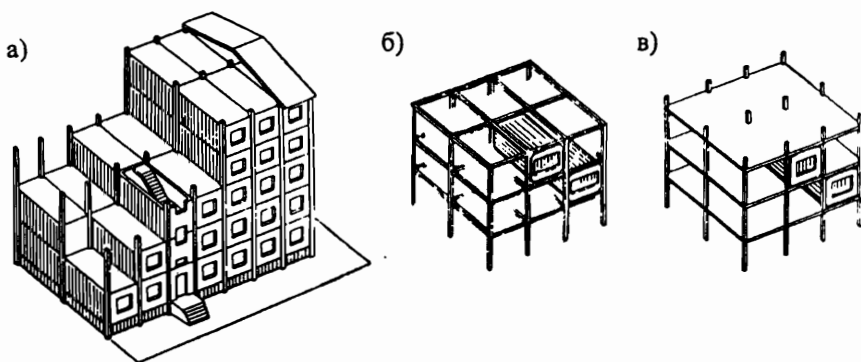


Рис. 7.3. Каркасно-блочная конструктивная схема зданий: а – со стоечно-безригельным каркасом; б – с полным стоечно-ригельным каркасом; в – со стоечно-безригельным каркасом и сплошным перекрытием

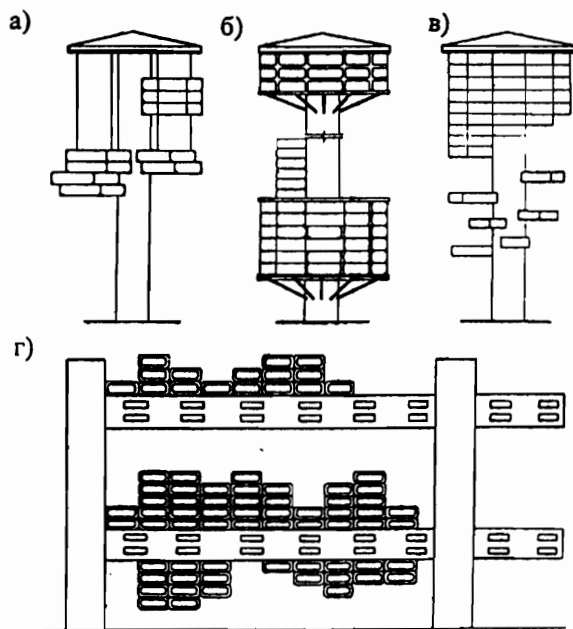


Рис. 7.4. Объемно-блочная конструктивная схема зданий с несущим остовом: а – с центральным несущим ядром и подвесными самонесущими блоками; б – то же, с промежуточными платформами и несущими блоками; в – то же, с консольными самонесущими блоками; г – то же, с мостовыми пролетными конструкциями для опирания и подвешивания блоков

В практике строительства встречаются и более сложные конструктивные схемы зданий - с несущим остовом и опирающимися на него мостовыми пролетными конст-

рукциями, на которые монтируются в несколько рядов сверху и подвешиваются снизу объёмные блок-комнаты (рис. 7.4, г).

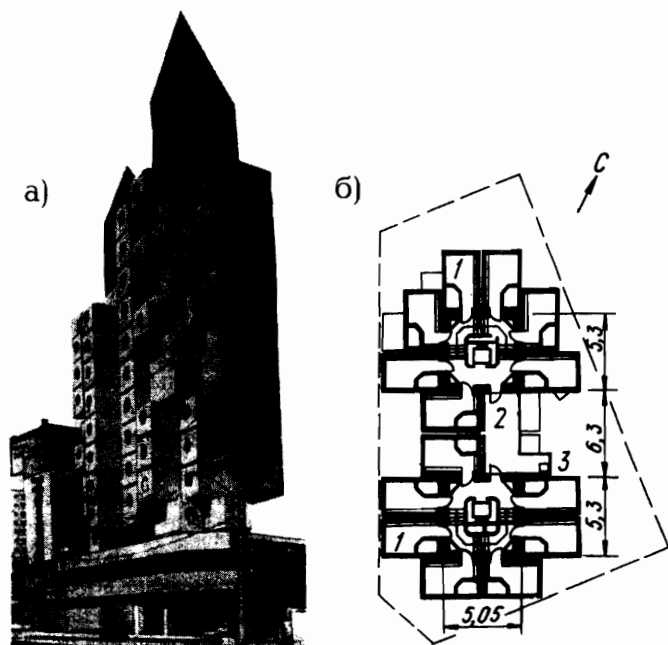


Рис. 7.5. Жилой дом из объёмных блоков в Токио (Япония): а – общий вид; б – план в уровне шестого этажа (в уровне перехода между секциями): 1 – объёмный блок; 2 - переход; 3 – люк открытой пожарной лестницы

Опыт возведения зданий из объёмных блоков позволил выявить рациональные области применения различных конструктивных схем. Блочная схема наиболее рациональна в массовом городском и сельском жилищном строительстве зданий высотой до 9 этажей, а также в малообжитых и труднодоступных районах при использовании облегченных блоков для зданий до двух этажей. Блочно-панельная схема целесообразна в районах рассредоточенного строительства при осуществлении перевозки сборных элементов железнодорожным транспортом, а также при комплексной застройке жилых массивов в городах, поселках и в сельской местности жилыми домами и зданиями культурно-бытового назначения. Здания блочного типа с несущим остовом целесообразно возводить в крупных городах при строительстве уникальных жилых домов и общественных зданий большой этажности в стеснённых условиях производства работ. На рис. 7.5 приведен пример реализации данного принципа возведения жилых зданий повышенной этажности в Японии.

## 7.2. Классификация основных монтажных элементов

При возведении зданий из объёмных блоков основным монтажным элементом является объёмный блок. Классификация объёмных блоков осуществляется по разнообразным признакам, многие из которых влияют на выбор технологии возведения зданий. Так, например, конструктивное решение, размеры и материал блоков влияют на его

массу и соответственно на выбор крана по грузоподъёмности; степень заводской законченности и конструктивно-технологический тип - на организацию работы строительных потоков и т.д.

По назначению блоки классифицируются на жилые помещения, санитарно-кухонные, смешанные, лестницы, вспомогательные; по размерам — на комнату и на группу помещений; по форме плана - прямоугольные, косоугольные и криволинейные; по степени заводской законченности - полной и неполной готовности; по материалу - из бетонных, небетонных и смешанных материалов; по способу изготовления- монолитные и сборные; по конструктивно-технологическому типу (для монолитных) - «колпак», «стакан» и «лежащий стакан».

Блоки жилых комнат (рис. 7.6, а) представляют собой шестиплоскостные замкнутые объемно-пространственные конструкции, имеющие в своем составе четыре стены, пол и потолок. Блоки могут полностью отделяться и оборудоваться на заводе с установкой столярных изделий, устройством полов и внутренней отделкой.

Санитарно-кухонные блоки (рис. 7.6, б) принципиальных конструктивных отличий от блоков жилых комнат не имеют, за исключением того, что в них должна быть предусмотрена возможность пропуска и крепления коммуникаций и оборудования. В силу большой трудоемкости устройства инженерного оборудования, применение санитарно-кухонных блоков дает наибольший удельный экономический эффект.

Смешанные блоки (рис. 7.6, в, г) представляют собой промежуточный тип блока. Они могут содержать в своем составе кухню или жилую комнату, санитарный узел и часть коридора. В этих блоках должна быть предусмотрена возможность крепления перегородок, оборудования и т. д.

Блок-лестницы имеют существенные конструктивные отличия от других типов блоков (рис. 7.6, д). Как правило, блок-лестница представляет собой четырехстенник без пола и потолка, в котором закрепляются лестничные марши, площадки и т. д.

К вспомогательным блокам (рис. 7.6, е, ж) относятся блоки шахт лифтов, шахт для коммуникаций, блоки-лоджии и т. д. Их изготовление, как правило, требует использования специальных формовочных машин и оборудования.

Деление блоков по размерам, вызванное их различным функциональным назначением, приводит к существенным конструктивным отличиям. Блок размером на комнату предназначен для одной конструктивно-планировочной ячейки. Блок размером на группу помещений может представлять собой квартиру, часть секции или даже целый дом.

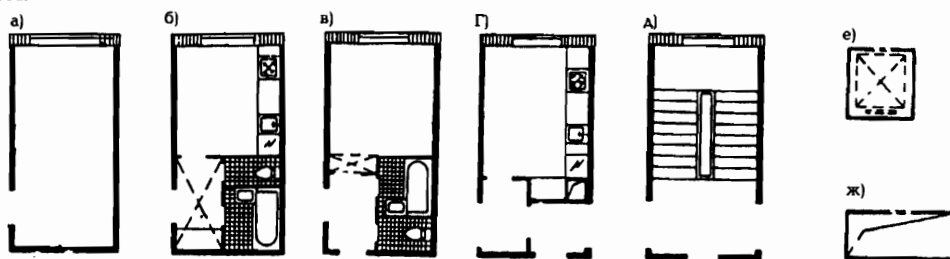


Рис. 7.6. Классификация объемных блоков по функциональному назначению: а - жилая комната; б - санитарно-кухонный блок; в и г - блоки смешанного назначения; д - блок-лестница; е и ж - вспомогательные блоки (шахты лифтов, коммуникаций, блоки лоджий и т.д.)

В зависимости от размеров, применяемых материалов и конструктивных схем масса блоков колеблется в широких пределах - от 10 до 25 т. Наиболее распространенная конструкция железобетонных блоков размером на комнату для зданий высотой до 9 этажей имеет удельную массу от 700 до 1000 кг/м<sup>2</sup> площади пола. Чтобы изготовить блоки размером на комнату массой менее 700 кг/м<sup>2</sup>, необходимо использовать лёгкие или поризованные бетоны, а также небетонные материалы.

Криволинейные блоки целесообразно изготавливать из пластмасс, алюминия, дерева. Это влечет за собой применение каркаса или несущего остова, а, следовательно, и изменение традиционной технологии.

Степень заводской законченности связана не только с конструктивными, но и с технологическими и организационными особенностями их производства и применения, а также функциональным назначением. В наибольшей мере идее объемно-блочного домостроения соответствуют блоки полной заводской готовности - полностью отделанные, оборудованные и укомплектованные в заводских условиях. В то же время для строительства в труднодоступных и отдаленных районах при длительных перевозках и невозможности гарантированной защиты отделки может оказаться экономически целесообразным производить на заводах блоки неполной заводской готовности. Понятие неполной готовности относится не только к отделке, но и к оборудованию блоков, к комплектации их конструктивными элементами и т. д.

По способу изготовления блоки могут быть разделены на монолитные и сборные. Сборные блоки образуются путём соединения отдельно изготовленных плоских или криволинейных панелей. Монолитные блоки изготавливаются по стандовой технологии на конвейерных линиях.

Название «монолитные» блоки является условным, так как, по крайней мере, одна из граней может не иметь монолитной связи. Сложившаяся система объёмно-блочного домостроения, основным элементом которой является несущий железобетонный объёмный блок размером на комнату, характеризуется тремя типами: «колпак», «стакан» и «лежащий стакан».

Заводская технология изготовления объёмных блоков осуществляется на конвейерных линиях. Первоначально формируются элементы «стакана». Для этой цели используются специальные опалубочные системы, обеспечивающие получение изделия требуемых геометрических размеров. После набора прочности осуществляется формирование недостающего конструктивного элемента – панели наружной стены, потолочной плиты перекрытия или основания блока. Таким образом получается пространственный объёмный блок. Затем блок перемещается на посты, где производятся электромонтажные, сантехнические и комплекс отделочных работ. После этого готовый блок транспортируется к месту монтажа.

Для повышения архитектурной выразительности зданий геометрическая форма блоков может быть достаточно разнообразной: в виде многогранников, криволинейной или косоугольной формы и др. (рис. 7.7).

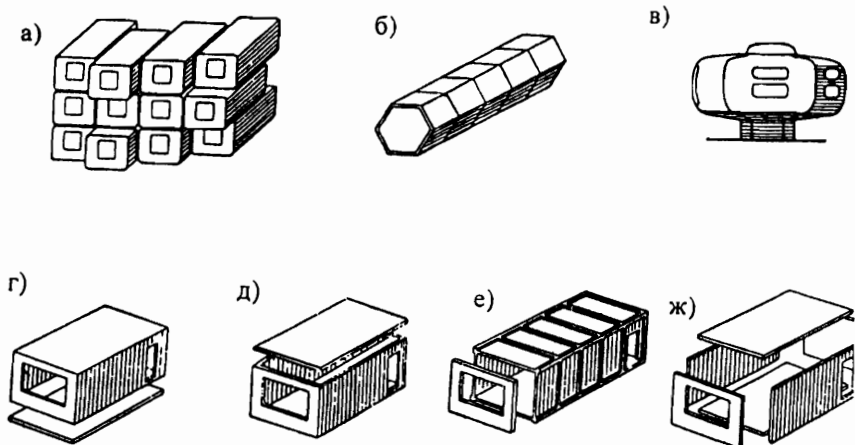


Рис. 7.7. Геометрические формы (а-в) и конструктивно-технологические типы блоков (г-ж): а – прямоугольная; б – косоугольная; в – криволинейная; г – «колпак»; д – «стакан»; е – «лежащий стакан»; ж – из сборных плоских элементов

Наружные стены объёмных блоков должны удовлетворять требованиям теплозащиты зданий и могут быть выполнены из конструкционно-теплоизоляционных лёгких бетонов или в виде многослойных конструкций с эффективным утеплителем (рис. 7.8). В блоках типа «колпак» и «лежащий стакан» наружная стена, как правило, несущая.

Ее функцией является лишь ограждение внутреннего пространства жилых помещений. Используются три конструктивно-технологических варианта наружных стен. В первом варианте утеплитель замоноличивается в процессе изготовления. Преимуществом данной технологии является отсутствие необходимости устройства теплоизоляции в построечных условиях, что обеспечивает достаточно высокое качество работ, осуществляемых в заводских условиях. Во втором варианте предусматривается присоединение предварительно изготовленной наружной стены с блоком. В третьем варианте панель наружной стены выполняется трёхслойной и устанавливается в полость блока с помощью сварных соединений.

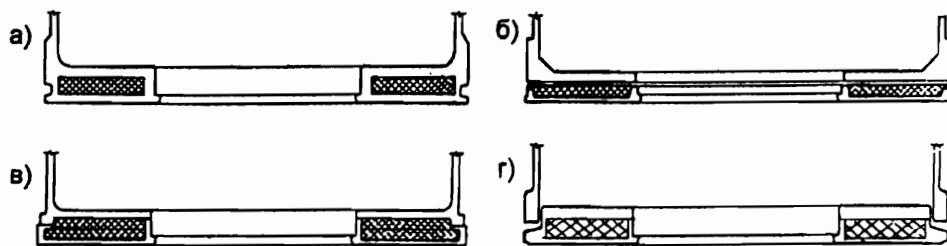


Рис. 7.8. Конструкции наружных стен объёмно-блочных зданий: а – с утеплением наружной стены в процессе бетонирования блока; б, в – с утеплением двухслойной приставной панелью; г – с наружной стеновой панелью трёхслойной конструкции

Такое решение наружных стен применяется в блоках типа «лежащий стакан». Трёх-слойные панели с эффективным утеплителем изготавливают в заводских условиях. Её конструкция, технология формования, способы устройства оконных и балконных проёмов аналогичны конструкции и технологии панелей, применяемых в крупнопанельном домостроении.

Для крепления наружной стеновой панели к блоку на внутренних гранях предусматривают закладные детали в виде пластин, которые свариваются с закладными деталями блока. Пространство стыков дополнительно теплоизолируется.

### **7.3. Технология возведение зданий из объёмных блоков**

Наибольшее развитие в нашей стране и за рубежом нашли объёмно-блочные здания из несущих железобетонных блоков, которые возводят по блочной или блочно-панельной схемам.

Возведение зданий из объёмных элементов существенно отличается от других методов полносборного строительства. При возведении надземной части зданий из объёмных блок-комнат или блок-квартир значительно сокращается продолжительность и трудоёмкость работ, так как уменьшается число монтажных элементов, а большинство процессов специальных и отделочных работ осуществляется в заводских условиях. На стройплощадке производят установку блоков, соединение коммуникаций, заделку стыков и швов между элементами. Преимущества объёмно-блочного домостроения проявляются в укрупнении и обеспечении наибольшей степени заводской готовности монтажного элемента здания. В нём проявляется органическая связь этапов поточного строительства - изготовления, транспортирования и монтажа.

Возведение зданий из объёмных блоков осуществляется по многостадийной технологии с применением поточных методов производства работ. В состав объектного потока, как правило, входят четыре специализированных потока, соответствующие стадиям возведения здания - устройству конструкций нулевого цикла, возведению надземной части, устройству кровли, специальным и отделочным работам.

Для организации поточного выполнения процессов фронт работ разделяют на участки и захватки. При возведении двух- или трехсекционных зданий за захватку принимают один этаж, при строительстве четырёх- и пятисекционных зданий - две - три секции на этаже. С целью определения последовательности работ и согласования специализированных потоков в составе проекта производства работ разрабатывают организационно-технологические схемы возведения здания.

#### **7.3.1. Технология возведения подземной части**

Для объёмно-блочных зданий, в зависимости от нагрузок (этажности зданий), гидрогеологических условий и характеристики грунтов применяют различные типы фундаментов. Наиболее распространёнными являются ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков, забивных и буронабивных свай с ростверками, в виде сплошной монолитной плиты. Отличительной особенностью объёмно-блочного домостроения является применение конструкций надфундаментной части в виде объёмных элементов, располагаемых на свайном ростверке или ленточном фундаменте. Из объёмных элементов создают помещения в подвальной части или техническом подполье. Применение объёмных блоков способствует сокращению продолжительности процесса возведения подземной части зданий.

При выполнении строительно-монтажных работ нулевого цикла следует производить их разграничение на отдельные небольшие циклы, которые интегрируются сочетанием строительных процессов при строгой очередности их выполнения. Такими циклами являются: производство земляных работ; устройство фундаментов; монтаж объёмных блоков подземной части.

При возведении фундаментов в виде свайного основания с ростверком ведущим процессом является устройство свайного поля. Этому процессу подчинены остальные виды работ. На рис. 7.9 приведена технологическая последовательность выполнения работ. На каждой захватке производится комплекс процессов, обеспечивающий получение готовой продукции в виде ростверка.

Для производства работ по устройству фундаментной части применяют комплекс средств механизации. Так, для выполнения свайных работ используют сваебойные агрегаты для погружения сборных свай или буровые установки для устройства буронабивных; кран для подачи опалубки, арматуры; автобетононасос для укладки бетонной смеси и т.п.

С отставанием на одну захватку осуществляют цикл работ по возведению монолитного ростверка. Он включает срезку голов свай при сборном исполнении, выполнение опалубочных и арматурных работ и укладку бетонной смеси. При достижении бетоном прочности не менее 50% проектной осуществляется демонтаж опалубки, обратная засыпка пазух, гидроизоляционные работы, устройство дренажа и др. Особое внимание при выполнении цикла работ фундаментной части отводится геодезическому контролю положения осей ростверка и вертикальным отметкам монтажного горизонта.

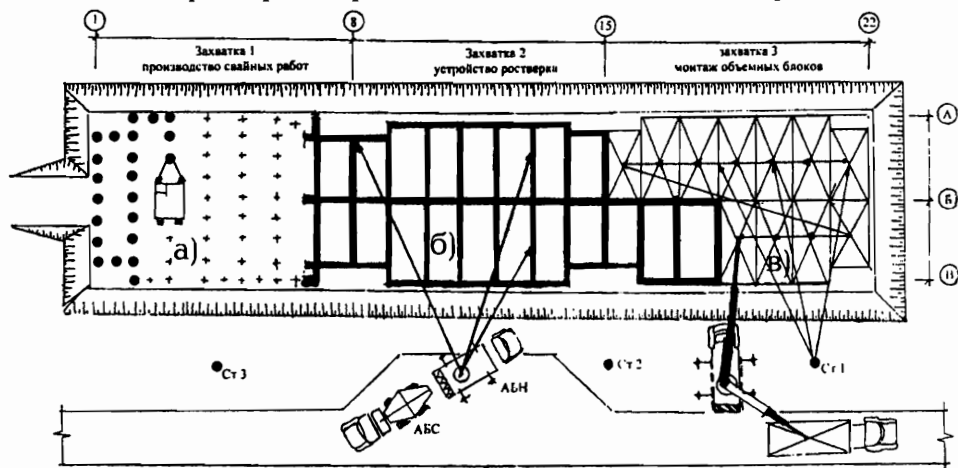


Рис. 7.9. Технологические схемы производства работ по устройству подземной части объёмно-блочного здания: а — устройство свайного основания; б — ростверка; в — монтаж объёмных блоков подвальной части

До начала монтажа объёмных элементов подземной части здания должен быть выполнен ряд инженерных геодезических работ, обеспечивающих требуемую точность их установки: нивелировка верха свайного ростверка и определения монтажного горизонта, инструментальная геодезическая разбивка осевых линий, вынос рисок для ориентации монтируемых блоков, установка маяков под каждый блок.



Монтаж объёмных блоков подземной части зданий осуществляется по технологической схеме, учитывающей взаимное расположение блоков и последовательность установки.

Для монтажа объёмных блоков подземной части зданий используются мобильные монтажные краны на гусеничном или пневмоколёсном ходу с грузоподъёмностью и вылетом стрелы, обеспечивающими установку блоков в проектное положение при движении крана по периметру здания или с одной стороны.

По окончании монтажа объёмных блоков подземной части здания на захватке выполняют комплекс сопутствующих работ: герметизация и замоноличивание стыков, устройство пристенного дренажа, вертикальной гидроизоляции, сантехнических и электромонтажных работ.

Поточное производство работ рассчитывается с учётом ритма ведущего специализированного потока.

Специализированный поток по возведению подземной части обычно состоит из пяти-шести частных потоков, выполняемых с ритмом 2...3 дня. Примерный состав процессов в частных потоках может быть следующим. В первый частный поток объединяются земляные работы - разработка котлована и траншей с погрузкой грунта в автотранспорт и разгрузкой в отвал. Второй частный поток включает устройство свайных фундаментов и ростверка или монтаж сборных конструкций подземной части здания (фундаментных блоков, стен подвала, цокольных блоков, лестничных маршей и площадок, перегородок, панелей перекрытия или объёмных элементов нулевого цикла. Третий частный поток состоит из процессов замоноличивания стыков сборных конструкций подземной части здания, кирпичной кладки и бетонировании отдельных участков, устройства горизонтальной гидроизоляции. Четвёртый частный поток представляет собой монтаж трубопроводов и устройств в техническом подполье: монтажно-сварочные работы центрального отопления, холодного и горячего водоснабжения, канализации; изоляция трубопроводов центрального отопления и водоснабжения. Пятый частный поток организовывается для устройства кабельных прокладок в техническом подполье. Шестой завершающий частный поток объединяет работы по устройству вертикальной гидроизоляции подземных конструкций, подготовки под полы и устройство цементных полов. При этом состав частных потоков может корректироваться в соответствии с принятой организацией работ. Для обеспечения ритмичной работы специализированного потока наиболее трудоёмкие работы выполняют в несколько смен.

Согласование частных потоков производят способами уравнивания темпов. Если темпы смежных потоков разные, возникают организационные перерывы, которые увеличивают срок строительства. Устранить такие перерывы можно увеличением или уменьшением темпа потока. Увеличение темпа достигается увеличением числа исполнителей и машин, обеспечивая при этом оптимальную продолжительность потока. Если фронт работ или условия технологии их производства не позволяют увеличить число исполнителей и машин, организуют параллельную работу бригад или звеньев на смежных захватках.

### ***7.3.2. Технология возведения надземной части***

Надземную часть объёмно-блочных зданий возводят преимущественно по двух-, трёхциклической технологии. Первый цикл состоит в монтаже объёмных элементов, выполнении работ по заделке стыков, обеспечению монтажных соединений инженерных систем. Второй и третий циклы состоят в выполнении послемонтажных и отделочных работ.

Ведущим процессом является монтаж объёмных блоков. В соответствии с интенсивностью этого процесса осуществляется обеспечение рабочей силой вспомогательных процессов.

В зависимости от конструктивно-технологических решений зданий (этажности и предельной массы объёмного блока) возможно использование различных монтажно-транспортных средств. Опыт объёмно-блочного домостроения показывает, что для возведения зданий высотой 5...6 этажей возможно использование козловых кранов, для 9...12 этажей – стреловых, башенных и башенно-стреловых грузоподъёмностью до 25 т. Применение различных монтажных механизмов вносит определённые изменения в технологию производства работ и оказывает значительное влияние на формирование стройгенпланов. Для более мобильных механизмов рациональным является монтаж по горизонтально-восходящей схеме, а менее мобильных – вертикально-восходящей. В каждом из рассмотренных случаев монтажным участком (захваткой) служит секция жилого дома или её часть.

Технологические особенности производства работ при использовании различных монтажных средств приведены на рис. 7.10. Применение козловых кранов предусматривает преимущественно монтаж объёмных блоков с транспортных средств и позволяет возводить жилые здания прямоугольной формы в плане ограниченной высоты.

К преимуществам козловых кранов следует отнести повышенную жесткость конструкции, выполнение рабочих движений в направлениях проектных осей здания, расположение в одной плоскости монтируемого элемента и кабины машиниста, обеспечивающее хороший обзор машинистом работ на всех этапах монтажного цикла, создание оптимальных технологических условий для монтажа объёмных блоков. Однако низкая мобильность козловых кранов и ограниченная высота подъёма крюка затрудняют их применение в массовом строительстве.

Наиболее прогрессивной конструкцией для монтажа объёмно-блочных зданий является специальный козловой кран КМК-15, грузоподъёмность которого составляет 17 т. Монтаж крана КМК-15 выполняется в течение 4 ч. Мост крана перемещается по опорам в вертикальной плоскости. Это дает возможность расположить его в непосредственной близости от монтажного уровня и оснастить специальными манипулирующими приспособлениями, обеспечивающими переход к полной механизации монтажных работ. В комплекте к крану КМК-15 могут использоваться балансирующая и самозахватная траверсы.

Необходимость повышения маневренности мобильных козловых кранов очевидна, особенно для монтажа зданий сложной конфигурации.

Одной из перспективных конструкций крана, обеспечивающей полную механизацию установки объёмных блоков в проектное положение, является вариант козлового крана с манипулирующим монтажным устройством (рис. 7.10).

Мост крана передвигается вертикально по опорам. Он несет на себе траверсы с захватами. Причём траверсы могут перемещаться поперек моста, а захваты - поперек траверс. Этим обеспечивается возможность точного наведения захватов над блоком. Захваты имеют маятниковую конструкцию, позволяющую перемещать монтируемый блок в необходимых пределах. К мосту свободно подвешен монтажный кондуктор, оснащенный двумя парами гидравлических упоров-толкателей. Они укрепляются на нижележащем, уже смонтированном объёмном блоке, и таким образом кондуктор, объединяясь с ранее смонтированным блоком, становится неподвижным. Благодаря этому исключается влияние колебаний конструкции крана на работу кондуктора. Упоры-толкатели, укрепленные на кондукторе, перемещают блок в поперечном по отношению

к зданию направления, а упоры-толкатели, размещённые на мосту, - в продольном направлении. Действием одного из толкателей блок может поворачиваться в горизонтальной плоскости. Таким образом, схема крана обеспечивает жесткий захват монтируемого блока, принудительное механическое ориентирование и установку его в проектное положение.

Разница в массе объемных блоков и высоте возводимых зданий определяет существенное различие в параметрах монтажных кранов, их конструкции и стоимости эксплуатации. Тяжелые башенные и козловые краны требуют для своего монтажа в большинстве случаев столько же времени, сколько занимает монтаж самого здания, вследствие чего применение этих кранов может быть целесообразно только при специальном обосновании. Более мобильными и менее дорогостоящими являются стреловые гусеничные или пневмоколесные краны, позволяющие осуществлять застройку квартала при свободной планировке и сохранении естественного рельефа местности.

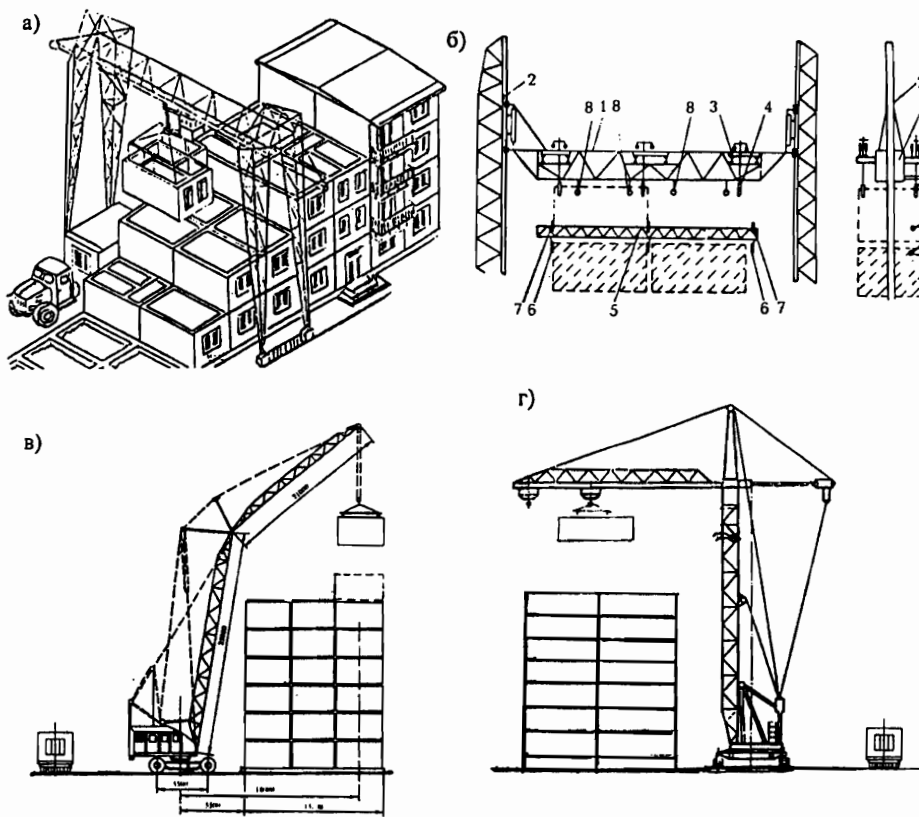


Рис. 7.10. Технологические схемы производства работ при использовании различных грузоподъемных механизмов: а – козловой кран; б – манипулирующее устройство козлового крана; 1 – мост; 2 – опоры; 3 – траверсы; 4 – захваты; 5 – монтажный кондуктор-манипулятор; 6 – упоры; 7,8 – упоры-толкатели; в – стреловой кран; г – башенный кран

Для возведения зданий из объёмных блоков применяют башенные краны - МСК-10-20, МСК-250, МСК-400, КБ-674А-0; гусеничные - СКГ-40/63, СКГ-63 и СКГ-100БС; краны на специальном шасси автомобильного типа КС-6471, КС-7471; КС-8471.

Башенные краны обладают высокими эксплуатационными качествами, но не всегда обеспечивают требуемую грузоподъемность. Поэтому для объёмно-блочного домостроения их модернизируют. Модификации наиболее мощных современных моделей башенных кранов БК-180 и КБк-250 обеспечивают подъём блоков массой до 18 т, МСК-250 – до 16 т, МСК-10-20 – до 13 т.

Наибольшей грузоподъёмностью обладают краны универсального назначения. Специальная модификация крана КБ-674 повышает его грузоподъёмность до 25 т.

Гусеничные краны СКГ-40, СКГ-63 и другие удовлетворяют по грузовым характеристикам, не требуют устройства рельсовых путей, обеспечивают возведение зданий сложной конфигурации. Однако при их работе затрудняется цикл плавного подъёма и наведения блока. Нижнее расположение кабины машиниста предусматривает осуществления связи между монтажниками и машинистом крана через радиосвязь. Это снижает качество работы монтажников и безопасность производства работ. Применение кранов на гусеничном ходу вызывает необходимость устройства двойных проездов, состояние которых зависит от погодных и грунтовых условий. Это снижает надёжность работы крана и, как следствие, всего технологического процесса возведения здания.

Пневмоколесные краны в практике объёмно-блочного домостроения нашли меньшее применение вследствие того, что парк их ограничен, стоимость высока, а использование на строительных площадках требует устройства благоустроенных дорог.

В зависимости от применяемых монтажных кранов существенно изменяется структура стройгенпланов. При использовании башенных кранов схема стройгенплана мало отличается от традиционных методов возведения (рис. 7.11). Его отличительной особенностью является создание сети временных дорог и площадок, обеспечивающих маневры по доставке и складированию объёмных блоков.

Применение стреловых самоходных кранов вносит определённые дополнения в стройгенплан, связанные с расположением мест стоянок, зон разгрузки, предмонтажной подготовки и др. При этом процесс монтажа может осуществляться с расположением крана или двух кранов с продольных сторон здания. При двусторонней схеме движения крана требуется дополнительное устройство временных дорог и площадок для складирования с учётом радиуса действия крана и безопасных зон производства работ.

Возведение надземной части зданий с применением козлового крана также вносит некоторые изменения в формирование стройгенплана. Это связано с особенностью расположения подъездных путей и площадок складирования, которые, как правило, располагаются в торцах здания.

Особые требования предъявляются к транспортированию объёмных блоков. Они должны транспортироваться специально оборудованными автомобилями-блоковозами. Для их перевозки широко используются трейлеры-блоковозы ЧМЗАП 9399 на базе тягача КраЗа-258. Грузоподъёмность их составляет 25,0 т, что обеспечивает перевозку элементов с максимальными размерами 9,0х3,9 м.

Конструктивное решение блок-комнат требует при перевозке их опирания на транспортные средства только в строго определённых точках - по углам блока с равномерной передачей нагрузки от собственного веса элемента на все четыре точки. В противном случае объёмный элемент будет испытывать деформации кручения. При перевозках коэффициент динамичности достигает 2.. 2,5, и неравномерное опирание блок-

комнаты на опорные точки прицепа или полуприцепа вызовет не учтенные расчётом дополнительные напряжения в конструкции.

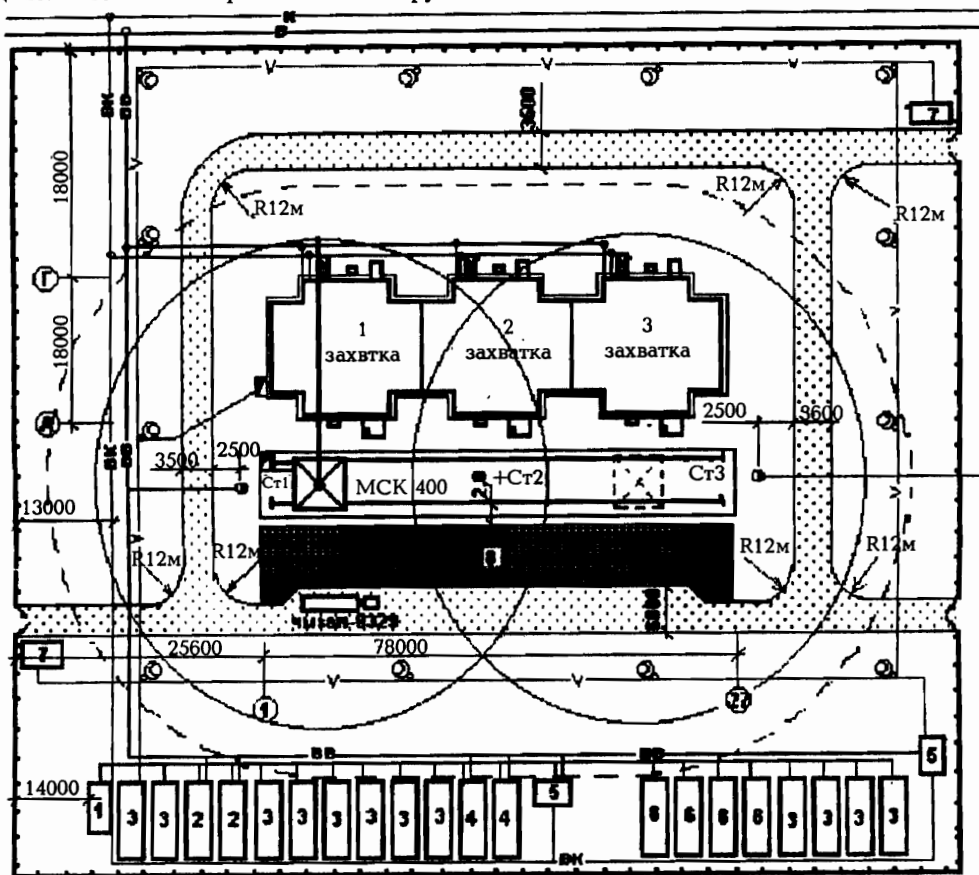


Рис. 7.11. Стройгенплан на период возведения надземной части объемно-блочного здания: 1 – контора производителя работ; 2 – помещения для принятия пищи; 3 – гардеробная; 4 – душевая; 5 – уборная с умывальником; 6 – материально-технический склад; 7 – контрольно-пропускной пункт; 8 – зона складирования доборных элементов

Поэтому транспортные средства, предназначенные для перевозки объемно-блочных элементов, должны иметь устройства, обеспечивающие опирание перевозимых объемных элементов всеми четырьмя опорными точками и восприятие ими соответствующих опорных реакций. Наличие инженерного оборудования (отопления, трубопроводов и приборов водопровода и канализации), а также остекленных оконных и дверных блоков требует максимальной амортизации транспортных средств с применением поддрессорных платформ, обеспечивающих требуемое демпфирование колебаний.

Перевозка блоков должна осуществляться блокovoзaми по дорогам не ниже III категории. Скорость движения блокovoзa с грузом не должна превышать: на дорогах первой категории - 40 км/ч, на дорогах второй категории - 30 км/ч, на дорогах третьей ка-

тегории, а также первой и второй категории с крутыми поворотами, значительными подъёмами и спусками и при плохих метеоусловиях - 20 км/ч.

При осуществлении транспортных процессов должна быть обеспечена сохранность наружной и внутренней отделки блоков. Разрушающими являются атмосферные и механические воздействия (вибрация, раскачивание, удары, инерция при торможении и т. п.), забрызгивание на мокрых дорогах. Недостаточная сопротивляемость конструкций блоков транспортным и монтажным воздействиям может привести к частичной потере несущей способности и к разрушению, к нарушению соединений и стыков, а также к снижению эксплуатационных качеств.

Защита блоков от атмосферных воздействий при складировании и перевозке обеспечивается применением механических защитных приспособлений и укрытий: чехлов из полиэтиленовой пленки, временных инвентарных кровель из брезента и других материалов; наклейкой слоев рубероида и т. д. Предохранение внутренней отделки от увлажнения (в результате конденсации водяных паров) при охлаждении блоков в зимнее время может быть достигнуто за счет интенсивного проветривания, применения адсорбентов или внутреннего обогрева блоков во время перевозки специальными нагревателями, транспортирующимися вместе с блоками, а в строящемся здании - пуском по временной схеме системы отопления.

Складирование блоков должно осуществляться в один ярус. Блоки устанавливаются на твёрдое горизонтальное основание на инвентарных горизонтальных прокладках толщиной не менее 50 мм. Прокладки должны выступать за пределы блока, а их оси должны совпадать с рисками, определяющими места опирания блоков. При складировании блоков в два яруса прокладки верхнего яруса должны превышать по толщине высоту монтажных петель, отгиб которых не допускается. Проходы между рядами блоков должны быть не менее 1 м, а зазоры между элементами в ряду - не менее 0,4 м. Складирование, перестановка и погрузка блоков осуществляются с применением специальных такелажных приспособлений.

Объёмные блоки и доборные изделия на объект должны поставляться комплектно, в последовательности, предусмотренной проектом производства работ и оперативной диспетчерской документацией. Объёмные блоки, поступившие на стройплощадку, проверяются поштучно; они должны соответствовать техническим требованиям. Доборные изделия проверяются выборочно - 5% от каждой партии изделий одного типа; они должны соответствовать требованиям ГОСТ. Складирование и хранение доборных изделий осуществляется в общепринятом порядке.

Складирование элементов конструкций осуществляется в зоне действия монтажных средств, с учётом технологической последовательности установки элементов. Материалы и изделия хранятся в минимально необходимом количестве объёмом на этаж или захватку.

Места складирования сборных элементов должны иметь свободные подъезды и проходы. Во избежание повреждения сборных элементов между смежными штабелями следует оставлять зазоры не менее 0,2 м и проходы шириной не менее 0,7 м.

### ***7.3.3. Особенности возведения надземной части зданий из объёмных блоков***

Возведение зданий из объёмных блоков осуществляется в соответствии с рабочими чертежами, проектом производства работ и технологическими картами. Монтаж объёмных

ёмных блоков преимущественно производится с транспортных средств, доборных изделий - с транспортных средств и с приобъектного склада.

*Последовательность установки блоков* в пределах участка зависит от применяемых кранов. При использовании стрелового крана принимают кольцевую или линейную схему установки. Монтаж башенным краном ведут на двух смежных участках по кольцу или по восьмёрке. Козловым краном блоки устанавливают сразу по всей ширине здания.

*Последовательность монтажа объемно-блочных зданий* зависит от особенностей конструктивных решений и способа размещения коммуникаций на объемном блоке и их стыковки, соединений блоков с доборными плоскими элементами, а также от типа используемого монтажного крана и его параметров. При расположении коммуникаций внутри блока наиболее рациональной последовательностью монтажа является параллельный монтаж обоих продольных рядов объемных блоков от одного торца здания к другому, оставляя свободным фронт работ для заделки стыков (рис. 7.12).

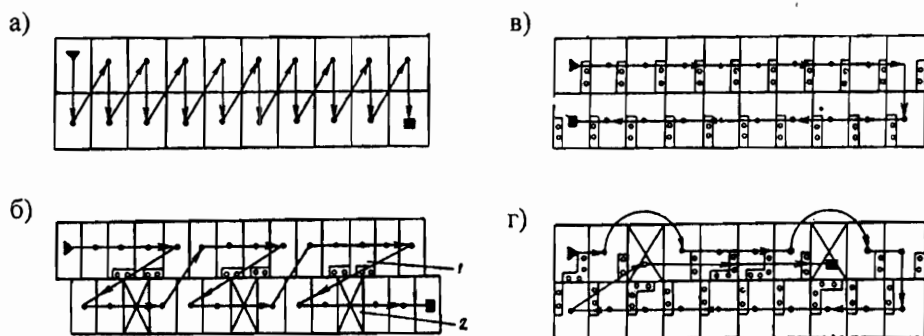


Рис. 7.12. Последовательность монтажа зданий из объемных блоков: а – без наружных коммуникаций; б – с наружными коммуникациями на торцевой грани; в – с наружными коммуникациями на продольной грани; г – с наружными коммуникациями на торцевой и продольной гранях; 1 – блоки с наружными стыкующимися во время монтажа санитарно-техническими коммуникациями; 2 – блоки лестничной клетки (стрелками показана технологическая последовательность монтажа объемных блоков)

Если санитарно-технические блоки, расположенные в одном продольном ряду, имеют коммуникации снаружи задней торцевой грани блока и работы по их стыковке должны выполняться снаружи блока, то последовательность монтажа должна решаться с учетом времени, необходимого для выполнения этих работ. Часть блоков того ряда, где расположены блоки с коммуникациями, монтируется в первую очередь, затем - соответствующий участок блоков другого ряда. После блоков с коммуникациями в том же ряду монтируются один или два последующих блока с таким расчетом, чтобы к моменту установки блоков, расположенных против блоков с коммуникациями, все санитарно-технические работы уже были выполнены. При расположении коммуникаций снаружи продольной стороны блоков последовательность установки блоков ведется по «круговой» схеме. При расположении коммуникаций снаружи двух граней объемного блока монтаж ведётся по круговой схеме с пропуском блоков лестничной клетки, которые устанавливаются в последнюю очередь после того, как закончены работы по сты-

ковке коммуникаций, расположенных на противостоящих блоках с коммуникациями. При других вариантах расположения коммуникаций (например, в специальных шахтах) соответственно меняется последовательность монтажа.

Общим при монтаже зданий башенными, козловыми, гусеничными и пневмоколесными кранами является то, что первыми монтируются блоки дальнего относительно кабины машиниста ряда, что обеспечивает машинисту лучший обзор места установки. При наличии в конструкции здания плоских «доборных» деталей сначала производят монтаж объемных блоков, а затем доборных деталей, выполняя монтажные циклы, не требующие смены монтажной оснастки и рабочих приемов.

При возведении зданий из объёмных блоков обычно кран устанавливают за пределами возводимого объекта. В том случае, когда конструкция подземной части позволяет перемещать кран внутри здания, может быть применен метод «отступания». Установка элементов в данном случае производится «на себя», а подъём с транспортных средств - с любой стороны здания. Такой метод снижает расходы на устройство дорог и проездов на 25...30%, а требуемую грузоподъёмность крана на 30...35% по сравнению с двусторонним обходом крана.

Монтаж объёмных блоков является ведущим процессом при возведении надземной части здания. Он должен вестись строго по захваткам в соответствии с монтажным планом.

Перед началом монтажа сборных элементов на каждом этаже необходимо устраивать монтажный горизонт, при котором производится нивелировка опорных поверхностей элементов и установка монтажных маяков (рис. 7.13).

Подготовка монтажного горизонта на этаже состоит из следующих операций: контроль теодолитом монтажных установочных осей, промеры расстояний между осями и составление исполнительной схемы; нивелирование опорных площадок блоков нижележащего этажа, составление исполнительной схемы; определение отметки монтажного горизонта; установка монтажных маяков с последующим составлением исполнительной схемы.

Монтажные установочные оси фиксируются рисками, нанесёнными масляной краской на объёмные блоки на заводе при помощи шаблона. По этим рискам производится установка объёмных блоков относительно друг друга.

Монтаж объёмных блоков состоит из процессов установки их в проектное положение и устройства между ними связей.

Цикл установки объёмных блоков в проектное положение состоит из следующих операций: подачи траверсы на блок; строповки; подачи блока к месту установки; наведения блока над местом установки; ориентирования и установки блока в проектное положение; проверки положения объёмного блока; расстроповки.

Для подъёма блок-комнат применяют самоуравновешивающиеся шестиветвевые стропы, балансирные траверсы и др. приспособления (рис. 7.14).

Балансирные траверсы для монтажа объёмных блоков имеют устройства, позволяющие производить перемещение точки подвеса траверсы в соответствии с положе-



нием центра тяжести блока и тем самым обеспечивать нужное для монтажа положение блока в пространстве.

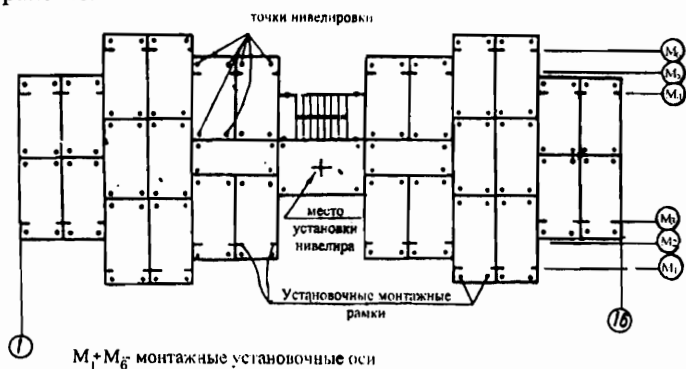


Рис. 7.13. Размещение монтажных маяков на этаже

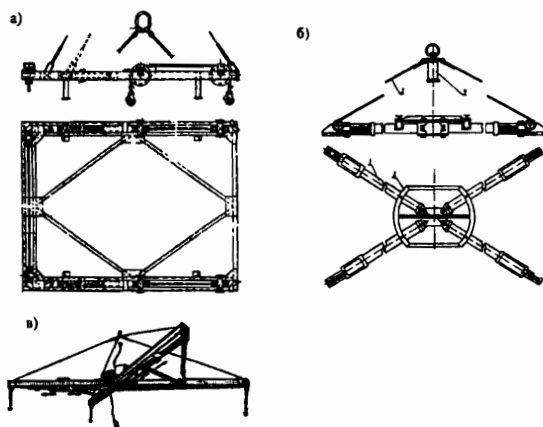


Рис. 7.14. Траверсы и приспособления для монтажа объемных блоков: а – самобалансирующая траверса; б – то же крестообразная; 1 – шарнирная балка; 2 – сегментная рама; 3 – тросовая подвеска; 4 – гидроснижатель; в – балансирующая траверса с автоматической и дистанционной системами управления

В большинстве случаев объемные блоки подаются к месту установки не в горизонтальном положении, а с наклоном в сторону наружной грани на  $1,5...2^\circ$ , так как установка их в проектное положение начинается именно с этой грани.

Самобалансирующая траверса представляет собой крестообразную раму с четырьмя независимыми ветвями тросовой подвески (рис. 7.14,б). Каждая ветвь независимо от других может изменить свою длину за счёт специальных гидравлических цилиндров, установленных внутри трубчатых шарнирных балок. Балансировка объёмного блока происходит под действием собственной массы при помощи гидравлических цилиндров.

Балансирная траверса с автоматической и дистанционной системами управления обеспечивает балансировку блока при любом положении центра тяжести (рис. 7.14,в). Работа по перемещению блока и преодолению сил трения в балансирной системе выполняется с помощью электрогидравлического привода, который обеспечивает точное автоматическое балансирование объёмного блока, а также надёжное управление траверсой с переносного пульта управления. Дистанционный пульт управления может быть смонтирован в кабине машиниста или вынесен на монтажную площадку.

Для монтажа блоков применяются приспособления, способ захвата которыми может быть беспетлевым или петлевым. К беспетлевым приспособлениям относятся вилочные, подкладываемые под блок траверсы, а также различные фрикционные захваты. Петлевые захваты требуют наличия в конструкции блока монтажных петель, закладываемых в бетон трубок с внутренней резьбой для ввинчивания рым-болтов, или заанкеренных в бетоне штырей с наружной резьбой, на которые навинчивают рым-гайки.

Подача блока к месту установки выполняется с совмещением рабочих движений крана. После чисто транспортных операций машинист крана начинает операции по наведению блока посредством серии переключений рабочих механизмов с целью более точного приближения блока к месту установки. Почти всегда этот этап выполняется с участием монтажников, которые принимают блок, когда он появляется над перекрытием, ликвидируют колебания и поворачивают в проектное положение. Этап наведения завершается, когда блок подается непосредственно к месту установки на высоте 200...300 мм (рис. 7.15).

После этого осуществляют ориентирование и установку блока в проектное положение. Сначала блок ориентируют по наружной грани нижестоящего блока или по осевым рискам, вынесенным на монтажный горизонт, и плоскости наружной грани нижестоящего блока. Затем блок опускают, приводя его в соприкосновение с опорными площадками, но не опирая полностью. В этом положении проверяют правильность установки блока по другим признакам: зазорам между устанавливаемым и рядом стоящими блоками, вертикальности граней, соответствию расположения наружной грани блока фасадной плоскости здания и др.

Монтажники, производящие ориентирование и установку, обычно размещаются следующим образом: два монтажника - у наружной грани блока; один находится на уровне установки объёмного блока (это место обычно занимает монтажник 5-го разряда, руководящий работой звена), а другой - этажом выше на соседнем уже установленном блоке. Третий монтажник располагается у задней грани блока с той же стороны, что и звеньевой.

Первые два монтажника производят ориентирование блока по наружной грани, а третий - контролирует положение задней грани блока. Каждый из монтажников по команде звеньевого производит необходимые перемещения блока вручную или с помощью монтажных ломиков.

Выборка правильности установки блока в продольном направлении определяется в соответствии с монтажными установочными рисками, которые наносятся на заводе или визуально вдоль фасада, в поперечном - отвес-рейкой. После этого производится расстроповка.

Точная установка блока в проектное положение осуществляется с применением упорных фиксаторов (рис. 7.16), которые обеспечивают его горизонтальное перемещение до полного совпадения с разбивочными рисками.

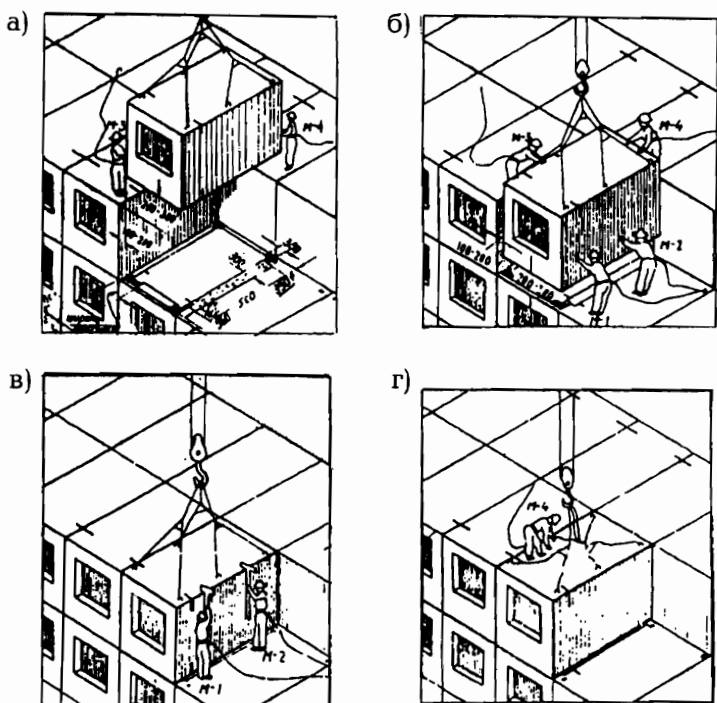


Рис. 7.15. Технологические схемы монтажа блоков: а – подъем и перемещение к месту монтажа; б – установка; в – выверка блока в проектное положение; г – расстроповка

Для точной установки блоков в проектное положение используют упорные фиксаторы. Их размещают в зазор между блоками (рис.7.17). Они снабжены механическими домкратами с упорными площадками, что позволяет вручную осуществлять совмещение граней монтируемого блока с ранее установленными.

Продолжительность монтажного цикла зависит от разных факторов и прежде всего от конструкции объемных блоков и качества их изготовления. Эти факторы проявляются на этапе ориентирования и установки блока.

Установка блоков с коммуникациями, подлежащими стыкованию в процессе их установки, требует на 20...30% больше времени, чем монтаж таких же блоков, но без коммуникаций. Этап установки торцовых блоков длится в 2...3 раза дольше, чем установка рядовых. Это объясняется стесненностью производства работ. При установке торцового блока, завершающего монтаж конструкций этажа, два монтажника находятся на уровне верхнего перекрытия блоков, а один - внутри соседнего, уже смонтированного блока. В этих условиях трудно осуществлять контроль за положением блока и перемещать его в нужном направлении.

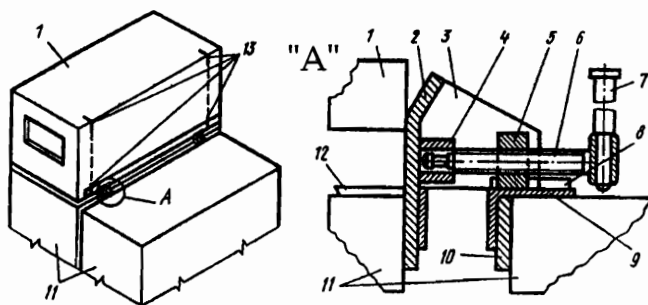


Рис. 7.16. Схема установки монтажных упорных фиксаторов: 1 – монтируемый блок; 2 – фиксирующая плоскость; 3 – упор; 4 – пята; 5 – гайка; 6 – винт; 7 – вороток; 8 – направляющая упора; 9 – опорный уголок; 10 – прижимная планка; 11 – смонтированные блоки; 12 – опорный уголок; 13 – монтажные установочные риски

Монтаж усложняется также тем обстоятельством, что торцовый блок имеет поперечный уклон, мешающий подведению его к конструкции здания. Балансирные траверсы обеспечивают лишь ступенчатую регулировку положения блока и некоторый наклон его граней сохраняется. На продолжительность установки блока влияет также качество объемных блоков. Именно по этой причине этап установки объемного блока в проектное положение является наименее стабильным этапом монтажного цикла, и он изменяется в весьма широких пределах от 2...3 до 20 мин.

Продолжительность монтажного цикла зависит также от типа и параметров монтажных кранов. Монтаж объемных блоков козловыми кранами требует в среднем на 10...15% меньше времени, чем гусеничными.

*Устройство связей* между объемными блоками производится за счет электросварки закладных деталей и замоноличивания вертикальных наружных швов. Сварка швов осуществляется без предварительной операции прихватки соединительных деталей и технологически не имеет столь жесткой связи с работами по установке конструктивных элементов в проектное положение, как это имеет место при монтаже конструкций из плоских элементов. Вместе с тем из-за наличия двойных внутренних стен и перекрытий появляются работы по устройству стыков между ними по ребрам блоков и дверным проемам.

Связи между объемными элементами обеспечивают пространственную работу группы блоков и в целом здания при восприятии расчетных вертикальных и горизонтальных нагрузок. Связь блоков в горизонтальном направлении осуществляется металлическими планками, приваренными к закладным деталям блоков.

Для зданий, сооружаемых в сейсмических районах, на просадочных грунтах, на подрабатываемых территориях, кроме горизонтальных, устраиваются и вертикальные связи путем сварки закладных деталей или замоноличиванием шпоночных соединений.

*Наружные стыки* между блоками и способы их заделки существенно отличаются от применяемых в крупнопанельном строительстве. Объемно-блочные здания имеют вертикальные и горизонтальные наружные стыки, соединения блоков между собой, с парапетами и цоколями, с панелями крыш, а также стен блоков с деревянными коробками окон и дверей. Имеется ряд сложных узлов: опирания блоков друг на друга, обрамления проема в смежных блоках, перекрытия горизонтальных и вертикальных швов

между блоками. Они оказывают существенное влияние на организацию монтажных работ и продолжительность строительства.

В отличие от стыков между наружными панелями крупнопанельных зданий, которые открываются зачастую в жилое помещение и в лучшем случае закрыты лишь торцом панели внутренней стены, наружные стыки между объемными блоками открываются в межблочное пространство. Этот факт может быть расценен как положительный, но нельзя не учитывать, что именно это обстоятельство может затруднить своевременное обнаружение мест возможных нарушений герметизации и устранение этих нарушений. Это обуславливает более высокие требования к надежности стыковых соединений в объемно-блочных зданиях.

Конструкция стыков между блоками должна исключать возможность сквозного протекания атмосферной влаги и обеспечивать удаление случайно попавшей воды из наружной части стыка. Защита от продувания и протекания стыков должна обеспечиваться за счет применения герметизирующих материалов.

Форма и размеры швов между блоками должны обеспечивать собираемость зданий из объемных элементов, экономичный расход и удобство установки или нанесения герметиков, а также возможность их замены без нарушения нормальной эксплуатации дома. Минимальная ширина вертикальных швов в местах примыкания наружных ограждений смежных блоков должна быть не менее 10 мм.

Основным типом вертикальных стыков в объёмно-блочном домостроении является закрытый стык, имеющий в своем составе утеплитель, функцией которого является обеспечение необходимой теплоизоляции и воздухопроницаемости стыка, и герметик для создания преграды против проникания в стык влаги. Примеры решения вертикальных стыков приведены на рис. 7.17.

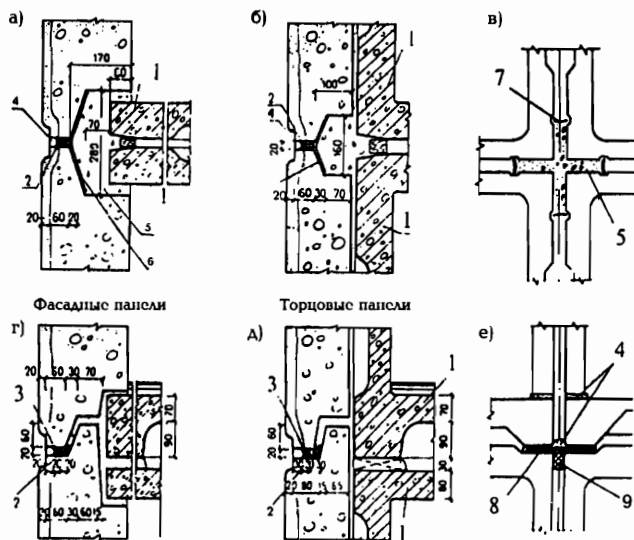


Рис. 7.17. Вертикальные и горизонтальные стыки элементов объемно-блочных зданий: а, б – вертикальные наружные стыки, в – то же, внутренние; г, д – горизонтальные наружные стыки; е – то же, внутренние: 1 – объемный блок; 2 – герметик; 3 – тиоколовая мастика; 4 – цементный раствор; 5 – теплоизоляционный бетон; 6 – фартук из рубероида; 7 – ограничительная полоса; 8 – тканная арматурная сетка; 9 – тепловоздухоизоляционная прокладка

Конструктивное решение стыка определяется конструкцией наружной стены блока. Для утепления стыков могут применяться минераловатные плиты, вкладыши из пенополистирола и других синтетических материалов, плиты пено- или газостекла, легкобетонные вкладыши. Утепление может быть выполнено монолитным легким бетоном, а также заливочной композицией из пенопласта.

В горизонтальном стыке должен быть предусмотрен, помимо герметизирующих материалов, также противодождевой барьер (зуб или четверть) высотой не менее 60 мм. Устройство горизонтальных стыков производится в определённой последовательности. После монтажа нижележащего этажа на соответствующие места укладывают теплоизоляцию и упругие прокладки. Затем производят подливку цементного раствора под опорные поверхности вышележащих блоков с установкой монтажных маяков, после чего ставят блок. После окончания монтажа всего здания производят расшивку швов раствором и нанесение герметизирующих мастик.

*Горизонтальные швы между смежными блоками* в плоскости потолка при угловом опирании блоков целесообразно перекрывать цементным раствором по штукатурной сетке или минераловатным матом в полиэтиленовой пленке. При линейном опирании горизонтальные швы между смежными блоками могут быть перекрыты металлическими компенсаторами и слоем цементного раствора.

*Внутренние вертикальные швы между тремя или четырьмя блоками* целесообразно заполнять легким бетоном.

При производстве строительно-монтажных работ по возведению зданий из объёмных блоков необходимо соблюдать общие правила СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве», а также специфические, разработанные в специальных инструкциях и методических рекомендациях по технологии монтажа объёмных блоков.

До начала работы монтажник обязан ознакомиться с техдокументацией, проверить исправность инвентаря, механизмов и такелажных приспособлений. Входы в нижние этажи здания, над которыми ведётся монтаж конструкций, должны быть закрыты, открытые проёмы ограждены.

Монтажники и другие рабочие должны быть обеспечены предохранительными верхолазным устройством и касками.

Монтаж конструкций должен вестись строго по захваткам и с требуемой последовательностью. К месту монтажа сборные элементы следует подводить, не пронося их над рабочими местами монтажников и ранее смонтированными захватками. При монтаже объёмных блоков и доборных элементов должна быть установлена связь между сигнальщиком, такелажником и машинистом.

Запрещается поднимать блоки без страховочных приспособлений, поддерживать и направлять блок руками во время опускания его в проектное положение, находиться между устанавливаемым и ранее смонтированным блоком, на объёмном блоке или внутри него во время монтажа, а также выполнять работы, связанные с пребыванием людей на захватке, на которой ведутся монтажные работы. Не допускается направлять вручную стыкуемые трубы стояков отопления, водопровода и канализации во время опускания блока (эта операция должна выполняться при помощи монтировок). Укладка материалов, изделий и приспособлений на верх объёмного блока разрешается только на его разгрузочные деревянные щиты.

Зона, опасная для пребывания людей, должна быть обозначена хорошо видимыми предупредительными знаками.

При ветре силой 6 баллов, гололёде, снегопаде, дожде и грозе монтаж прекращается.

### 7.3.4. Организационно-технологические принципы объёмно-блочного домостроения

Специфической особенностью объёмно-блочного домостроения является значительное сокращение послемонтажных отделочных работ при полной заводской отделке блоков. Для зданий из объёмных блоков повышенной этажности с целью сокращения сроков строительства допускается совмещать во времени возведение основных конструкций и отделку помещений и организовывать специализированный поток отделочных работ по вертикально-восходящей схеме под защитой двух перекрытий и устройства гидроизоляционной защиты двух вышерасположенных перекрытий. Однако ведение специальных и отделочных работ сверху вниз после окончания кровельных работ не существенно влияет на продолжительность строительства зданий в целом. Для многосекционных зданий существует возможность организовывать несколько специальных потоков, каждый из которых функционирует в пределах одной или двух секций, с совмещением их во времени.

При массовом возведении зданий специализированными строительными организациями рационально производить работы ритмичными потоками, определяя их параметры на каждой захватке или участке по затратам времени на ведущий процесс. Таким процессом является монтаж конструкций надземной части здания. При разделении процесса производства на частные потоки устанавливаются продолжительность ведущего процесса и по нему задают ритм потока. В объёмно-блочном домостроении ритм потока в зависимости от условий строительства составляет 1...3 сут.

При формировании специализированного потока для возведения надземной части объёмно-блочных зданий сокращается количество и существенно изменяется состав частных потоков по сравнению с традиционными методами полносборного строительства. Это происходит за счёт переноса ряда строительных процессов со строительной площадки в заводские условия. Кроме того, уменьшается продолжительность и трудоёмкость монтажа надземной части, так как сокращается число монтажных элементов.

Специализированный поток для возведения надземной части зданий обычно формируется из трёх частных потоков (рис. 7.18): первый - монтаж объёмных блоков, сборных изделий (стеновых панелей, плит коридоров и лоджий), деталей входов и конструкций крыши; второй - замоноличивание и герметизация вертикальных и горизонтальных стыков и обрамление сопряжений дверных проёмов в смежных блоках; третий - соединение между электротехническими и сантехническими коммуникациями, установка водоразборной арматуры и некоторые другие виды послемонтажных работ. В отличие от других видов полносборного строительства в объёмно-блочном отсутствует сравнительно трудоёмкий процесс монтажа функциональных систем (электрической и сантехнической), и ликвидируется соответствующий ему частный поток. Вместе с тем появляются некоторые специфические процессы (например, устройство стыков между дверными проёмами смежных блоков), которые необходимо включать в состав частных потоков. Согласование частных потоков производится теми же способами, что и при возведении подземной части здания.

Третий специализированный поток может состоять из двух частных потоков: первый - устройство пароизоляции и теплоизоляции под рулонную кровлю и второй - устройство рулонной кровли. При этом состав процессов определяется принятой конструкцией крыши. В зданиях из объёмных блоков используют кровельные блоки высокой заводской готовности со вставляемой на заводе наружной стеновой парапетной панелью. С целью сокращения теплопотерь применяются безрулонные кровли с тёплым чердаком.

Четвёртый специализированный поток объединяет специальные и отделочные работы. Для него характерно значительное сокращение этих видов работ по сравнению с

другими методами возведения полносборных зданий при полном инженерном оборудовании и заводской отделке блоков. Как правило, этот поток состоит не более чем из трёх-четырёх частных потоков, количество и состав которых зависит от степени заводской отделки блоков.

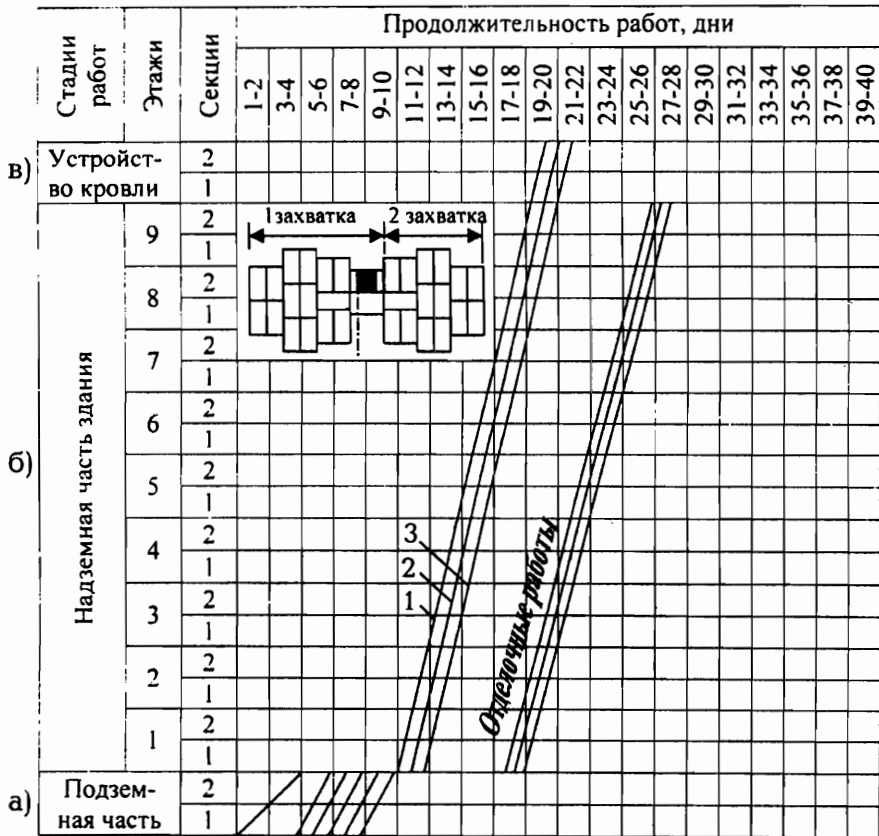


Рис. 7.18. Циклограмма поточного возведения 2-секционного 9-этажного объемно-блочного здания: 1 – монтаж объемных блоков; 2 – замоноличивание и герметизация стыков; 3 – коммутация электротехнической, сантехнической и водозаборной арматуры

К ним относятся: первый - послемонтажные строительные работы (обрамление сопряжений проёмов в смежных блоках, устройство входного тамбура и установка дверных блоков входа в лестничную клетку, подготовка под полы в коридорах и т.п.); второй - послемонтажные специальные работы (сборка систем газоснабжения, прокладка слаботочных систем и установка телеантенн, установка водоразборной арматуры и др.); третий - послемонтажные отделочные работы (в коридорах и лестничных клетках, окончателная отделка блок-комнат, в том числе вторая окраска столярных изделий, перильных ограждений, окраска обрамлений проёмов и дверей в смежных блоках, наружные отделочные работы); четвёртый - уборка помещений и подготовка к сдаче в эксплуатацию. Объём послемонтажных отделочных работ при неполном уровне заводской отделки соответственно увеличивается.





Рис. 7.19. Общий вид строительной площадки при возведении 3-секционного 10-этажного жилого дома. Монтаж 6-го этажа третьей секции

Последовательность и продолжительность возведения зданий отражают на циклограммах (рис. 7.18). По вертикали циклограммы указаны конструктивные части объёмно-блочных зданий, этажи, участки, по горизонтали - рабочее время. Продолжительность разворачивания потоков и их осуществления в пределах одного участка определяют по технологической нормали или таблице расчётов технологической карты, а общую продолжительность устанавливают при построении циклограммы. Потоки стадий согласовывают между собой.

На рис. 7.19 приведен общий вид строительной площадки при возведении 3-секционного 10-этажного жилого дома. На данной стадии осуществляется монтаж объёмных блоков 6-го этажа третьей секции.

На второй секции производится цикл послемонтажных, отделочных и специальных работ. Она снабжена двумя грузопассажирскими подъемниками для транспортирования материалов, деталей и механизмов на этажи.

Параллельно с монтажом 3-ей секции осуществляется цикл работ по прокладке внешних коммуникаций, обратной засыпке пазух и обустройству площадки.

Посекционное производство строительно-монтажных, отделочных и специальных работ обеспечивает плановый ввод секций в эксплуатацию, что существенно снижает общую продолжительность строительства и позволяет более рационально использовать инвестиционные потоки.

Как показала практика, объёмно-блочное домостроение является одним из прогрессивных методов скоростного возведения жилых зданий, что весьма важно для решения жилищной проблемы.

## ГЛАВА 8. ВОЗВЕДЕНИЕ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ СИСТЕМЫ "КУБ"

### 8.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Универсальный безбалочный каркас ("КУБ") представляет собой систему многоярусных колонн, установленных в фундаменте стаканного типа и объединенных с помощью разрезных бескапитальных плит перекрытия. Пространственная жесткость и устойчивость каркаса, работающего по рамной или рамно-связевой схеме, обеспечивается замоноличиванием стыков и применением системы связей.

Плиты перекрытия выполняются надколонными с прямоугольным отверстием для надевания на колонны и рядовыми, которые изготавливают прямоугольной формы сплошного сечения. Для обеспечения монолитного стыка колонны с надколонной плитой в ней на уровне перекрытий оставляется открытая рабочая арматура. Закладные детали плиты соединяются с помощью сварки с элементами рабочей арматуры колонны и омоноличиваются бетоном. Между надколонными плитами располагают рядовые, тем самым создавая плоскость перекрытия. Рядовые и надколонные плиты имеют различную форму стыка, что обеспечивает шарнирное или монолитное опирание.

На рис. 8.1 приведена конструктивная схема зданий, возводимых по системе "КУБ". Кроме перечисленных элементов, показаны фундаменты под стеновые ограждения, стеновые панели на два этажа, а также связевая система.

Основные расчетные схемы системы "КУБ" представляют собой связевой каркас, в котором вертикальные нагрузки от перекрытия передаются на колонны, воспринимающие продольные силы с изгибом в одном или двух направлениях. Горизонтальные силы передаются через диски перекрытий на связи, расположенные в двух взаимно перпендикулярных направлениях. При отсутствии связей нагрузка передается на колонны.

Диски перекрытий, составленные из сборных панелей, жестко закреплены на колоннах и шарнирно между собой с частичной неразрезностью за счет замоноличивания шпонок, что обеспечивает им необходимую горизонтальную жесткость. Система условно принята определимой.

Устойчивость ячеек каркаса обеспечивается конструктивной надежностью сварных и замоноличенных стыков между элементами колонн и плит перекрытия.

Варианты системы предусматривают для жилых и общественных зданий нагрузку на перекрытие от 450 до 1250 кг/м<sup>2</sup>, а для производственных зданий, складских помещений и холодильников каркас системы проектируется под нагрузки от 2000 до 3500 кг/м<sup>2</sup>.

Результаты статических и динамических испытаний подтвердили высокую надежность конструктивных решений узлов и системы в целом. По данным ЦНИИЭПЖилища конструктивная система "КУБ" в различных модификациях характеризуется высокими технико-экономическими показателями, отличается простотой изготовления и монтажа конструктивных элементов. Она используется для возведения жилых и промышленных зданий высотой до 16 этажей, обладает сейсмостойкостью до 9 б. Характерной особенностью системы является ее технологическая гибкость. Так, за счет изменения параметров рядовых плит достигается изменение шага колонн от 3,0 до 9,0 м. Это способствует созданию гибкой планировки помещений, отвечающей технологическим и эксплуатационным требованиям. Изменение высоты колонны обеспечивает различную высоту этажа от 2,8 до 3,3 м.

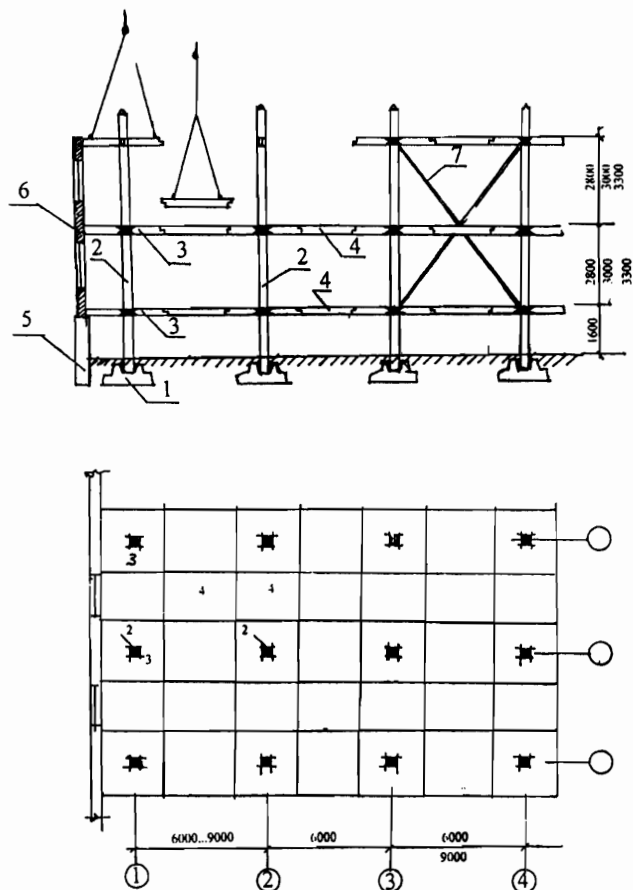


Рис. 8.1. Конструктивно-технологическая схема системы «КУБ»: 1 – фундаменты под колонной стаканного типа; 2 – многоярусные колонны; 3 – 4 – наклонные плиты; 5 – фундамент под наружные стены; 6 – стеновое ограждение в виде панелей на 2 этажа; 7 – связи

Отличительной особенностью является конструкция колонн. Они выполняются многоярусными прямоугольного сечения (400x400; 400x600 мм) длиной до 15 м. В зоне стыков колонн с плитами перекрытий оставляется обнаженная арматура (рис. 8.2). Такое решение позволяет получать равнопрочностный стык надколонных плит в результате включения в работу арматуры колонн и омоноличивания этой зоны.

Плиты перекрытий выполняют прямоугольной формы сплошного сечения. При возведении зданий с балконами или лоджиями плиты наружного контура могут изготавливаться сплошной геометрической формы.

Лестничные марши, площадки, диафрагмы, продольные и поперечные связи используются серийного изготовления. Стыки колонн и плит, а также монолитные участки перекрытий омоноличиваются бетоном класса В-25, стыки плит перекрытий заделываются цементно-песчаным раствором М-100.

Наружные стены выполняются из навесных панелей или в виде кладки из кирпича или эффективных мелкоштучных блоков. Перегородки возводят из штучных материалов, гипсокартонных плит по каркасу или гипсолитовых панелей.

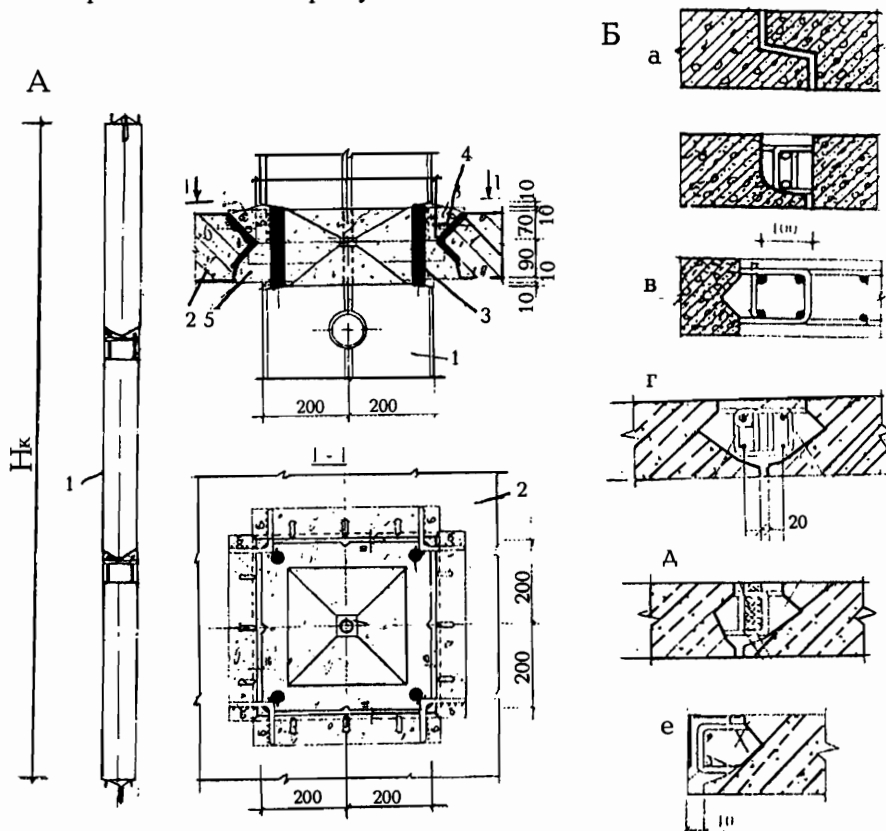


Рис. 8.2. А – конструктивное решение многоярусных колонн и схема устройства стыков с надколонными панелями. Б – соединения надколонных плит с рядовыми: 1 – колонна; 2 – надколонная плита; 3 – рабочая арматура колонны; 4 – закладная деталь; 5 – монолитный участок; а – опирание плит "в четверть"; б – со стыковкой петлевых выпусков сборных плит; в – стыковка сборных плит и монолитных участков; г –стыковка сборных плит; д – стыковка сборных плит с пенополистирольным вкладышем; е – монолитные торцевые участки плит

Стыки колонны выполняются из навесных панелей или в виде кладки из кирпича или эффективных мелкоштучных блоков. Перегородки возводят из штучных материалов, гипсокартонных плит по каркасу или гипсолитовых панелей.

Стыки колонн устраиваются на уровне перекрытий или на высоте 0,6...1,0 м от поверхности перекрытия. Соединение стыков осуществляется сваркой накладок к закладным деталям оголовков колонн, сваркой выпусков арматуры или стыковкой штепсельного типа.

Стыки надколонной плиты и колонны имеют специальную конструкцию и характеризуют особенность зданий конструкции "КУБ". Отверстие в надколонной плите принимается на 20 мм больше сечения колонны. Периметр отверстия ограничивается металлической закладной деталью в виде уголка, расположенного под углом  $45^{\circ}$  с вершиной угла по периметру отверстия. Соединение плиты и колонны осуществляется плоскими шпонками ( $\delta=10$  мм) или из уголка с полками  $100 \times 100$  мм, обрезанными под углом  $45^{\circ}$ . Вершина шпонки приваривается к выпускам арматуры в колонне или закладным деталям. Стык омоноличивается мелкозернистым бетоном класса В-25 сразу после производства сварочных работ.

Соединения надколонной плиты и среднепролетных плит выполняются в следующих вариантах:

с опиранием "в четверть": среднепролетная плита опирается на надколонную плиту с замоноличиванием шва раствором М-100;

с совмещением отверстий арматурных петлевых выпусков в надколонных и среднепролетных плитах; при этом в отверстия пропускаются арматурные стержни в количестве 2 или 4, а стык замоноличивается бетоном класса В-25;

арматурные петлевые выпуски из плит свариваются между собой, а стык прокладывается пенополистиролом и замоноличивается;

торцевые участки плит замоноличиваются с установкой закладных деталей, к которым производится крепление стеновых панелей.

Стыки надколонной плиты и монолитных участков перекрытий армируются 4-мя стержнями  $\varnothing 10$  мм, пропущенными в петлевые арматурные выпуски из надколонных плит. На монолитных участках используется бетон класса В-25.

Разработаны специальные технические условия на изготовление, приемку, хранение и транспортирование плит перекрытий и колонн для зданий, возводимых в системе "КУБ".

Требования к точности изготовления плит:

отклонения линейных размеров по длине и ширине  $\pm 8$  мм;

отклонения линейных размеров по толщине  $\pm 5$  мм;

отклонения от прямолинейности профиля торца безпетлевых выпусков на всей длине панели – 6 мм;

отклонение от плоскости лицевой поверхности панелей не должно превышать 6 мм;

разность длин диагоналей панели не должна превышать 16 мм;

действительное значение отклонения толщины защитного слоя бетона до арматуры не должно превышать при нормальной толщине защитного слоя 10 мм -  $\pm 3$  мм.

Панели следует хранить в штабелях высотой не более 2 м в горизонтальном (рабочем) положении на деревянных прокладках толщиной не менее 40 мм. Прокладки устанавливаются на расстоянии 300 мм от торцов панелей. Прокладки в штабеле должны располагаться одна под другой. Отклонение торцов прокладки от вертикали, проведенной по торцу нижней прокладки, не должно превышать 30 мм.

Как отмечалось, с использованием системы "КУБ" возможно возведение многоэтажных зданий различного технологического назначения. Достаточно высокий эффект был достигнут при строительстве жилых зданий. Так, для их возведения удельный расход сборного железобетона составляет  $0,15 \dots 0,16$  м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади, расход монолитного бетона –  $0,02 \dots 0,03$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, стали –  $12,25 \dots 13,2$  кг/м<sup>2</sup>. Одним из важных показателей является трудоемкость монтажа каркаса, которая составляет  $0,5 \dots 0,7$  чел·ч/м<sup>2</sup>.

Высокая технологическая гибкость системы позволяет возводить здания с различной шириной корпуса и оптимальной планировкой помещений. На рис. 8.3 приведено объемно-планировочное решение 4-этажного 16-квартирного жилого дома. Общая площадь составляет 956,6 м<sup>2</sup> и включает 8 двухкомнатных и 8 трехкомнатных квартир.

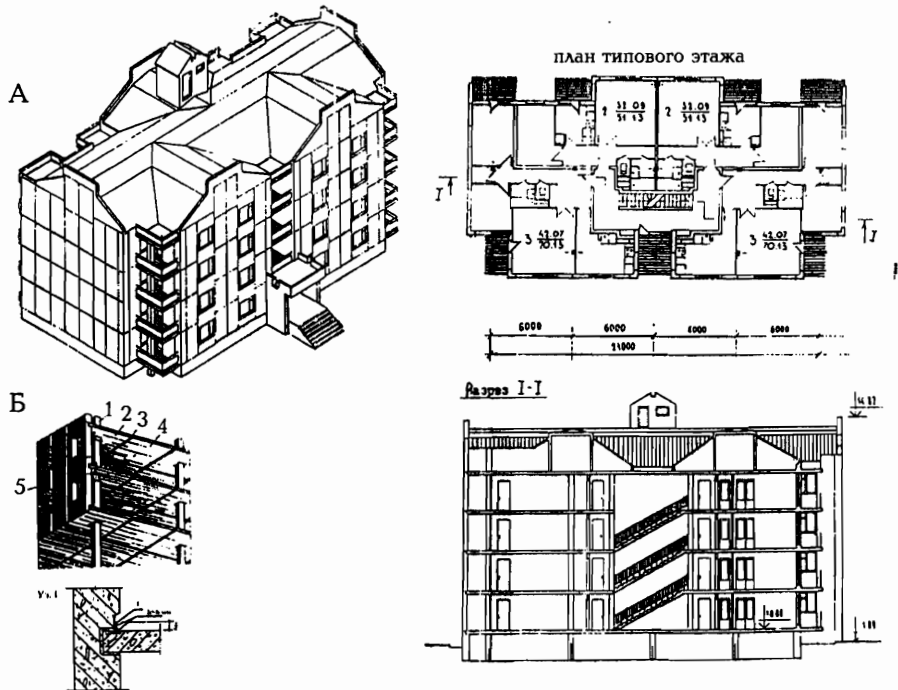


Рис. 8.3. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий серии "КУБ": А – здания со сборными перекрытиями и замоноличиваемыми стыками ("КУБ"-2), Б – здания с монолитной частью перекрытий ("КУБ"-2М): 1 – сборные колонны; 2 – сборные надколонные плиты; 3 – монолитные стыки перекрытий; 4 – сборные межколонные плиты; 5 – стеновые панели

Для возведения каркаса здания использованы 3-ярусные колонны с шагом 6 м. Их расположение в плане не препятствует рациональному планировочному решению. Для возведения наружных стен используются двухмодульные стеновые панели с опиранием и креплением на плиты перекрытий.

Конструктивно-технологическое и архитектурно-планировочное решение многоэтажных зданий приведено на рис. 8.4.

Здание состоит из пяти многоэтажных секций разной высотности: I секция – 10 этажей, ширина 21 м; II секция – 12 этажей, ширина 15 м и 18 м; III секция – 14 этажей, ширина 15 м – 18 этажей; IV секция – 16 этажей, ширина 15 и 21 м; V секция – 14 этажей, ширина 15 м и 17 м. Секции I и II - длиной 24 м; секции III, IV длиной 27 м. Высота этажей 3 м. Шаг колонн 6 и 3 м. Разрезка колонн на 2 этажа. Стыковка колонн в уровне перекрытий. Сечение колонн 400x400 мм, длина 6 м.

В соединениях надколонных и межколонных панелей перекрытия введены сварные замоноличиваемые шпонки с выпусками арматуры, которые улучшают пространственную жесткость диска перекрытия в горизонтальной плоскости, а также обеспечивают частичную неразрезность перекрытия при вертикальных силовых воздействиях. Толщина перекрытий 160 мм. Сборные плиты перекрытий размером в плане 3х3 м и 3х6 м.

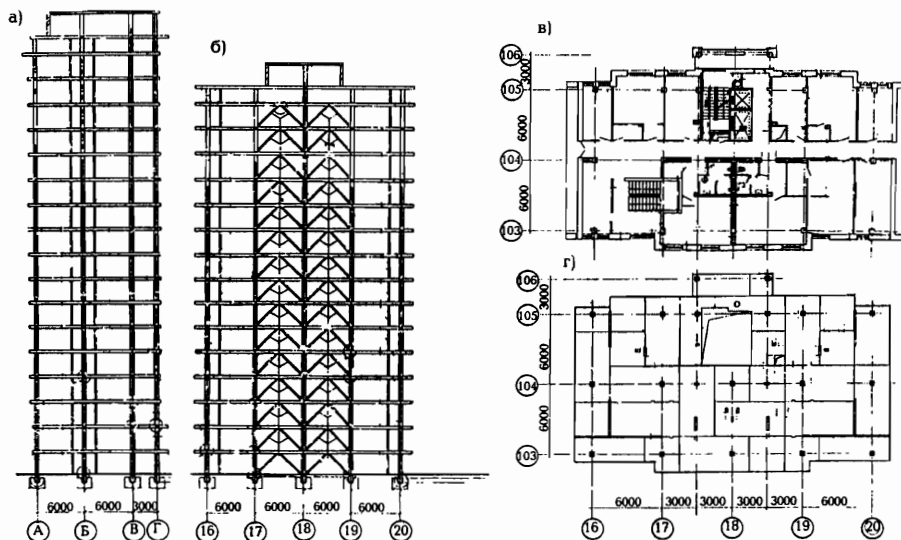


Рис. 8.4. Разрезы и планы секций многоэтажного 5-ти секционного жилого дома: а – поперечный разрез 16-этажной секции; б – продольный разрез 14-этажной секции; в – план типового этажа; г – схема расположения колонн и плит перекрытия

Диски перекрытий жестко соединены на колоннах. Соединение элементов перекрытий предусматривается шарнирным с частичной неразрезностью за счет сварки и замоноличивания стыков, что обеспечивает им необходимую горизонтальную жесткость.

## 8.2. Технология возведения конструктивных элементов зданий

Технология возведения зданий предусматривает производство работ с разбивкой на захватки и комплексной механизацией процессов, с использованием эффективных монтажных приспособлений, инструмента и контрольно-измерительных приборов для геодезической разбивки. Она включает работы нулевого цикла и надземной части. Каждому циклу соответствует комплекс работ, выполнение которых осуществляется с применением специальных машин и механизмов и подъемно-транспортных средств.

Подземную часть зданий составляют монолитные или сборные фундаменты стаканного типа, стены цокольных этажей и подвалов. По закрепленным габаритным (базовым) осям производится экскаваторная разработка котлована с вывозом грунта автотранспортом. В городских условиях эта работа производится после переноса коммуникаций и предварительного рыления уплотненных поверхностей и дорожных покрытий. Перед закладкой фундаментов производится зачистка дна котлована, повторная разбивка осей здания с вынесением знаков на обноску. При возведении каркаса зданий геодезической службе придается особое значение.

Устройство монолитных фундаментов стаканного типа производится в щитовой опалубке заводского изготовления. Подача бетонной смеси и арматурных каркасов осуществляется с помощью автомобильных и пневмоколесных кранов. Сборные железобетонные фундаменты монтируются гусеничными или пневмоколесными кранами.

Дно стаканов в фундаментах должно быть заглублено на 10...20 мм ниже уровня основания колонн, что обеспечивает точность монтажного горизонта путем подливки их дна перед монтажом колонн.

Монтаж колонн первого яруса производится в фундаменты стаканного типа по традиционной технологии. При сечении колонн 400x400 (400x600) мм сетка колонн составляет 3x3 м, 3x6 м и 6x6 м. Длина колонн определяется размерами высоты этажа, которые предусматриваются 2,8; 3,0; 3,3; 3,6 м. Колонны изготавливаются на один, два или три этажа.

Их строповка производится за сквозное отверстие, предусмотренное закладной деталью при изготовлении. Колонна раскрепляется жесткими подкосами или расчалками за металлический хомут, который одевается на колонну до ее подъема краном в проектное положение (рис. 8.5). Параллельно с монтажом колонн осуществляется устройство фундаментов под стены и возведение подземной части стен до уровня перекрытия первого этажа. Окончание работ нулевого цикла состоит в устройстве вводов, гидроизоляции стен, выполнении работ по устройству дренажа, обратной засыпке с уплотнением грунта.

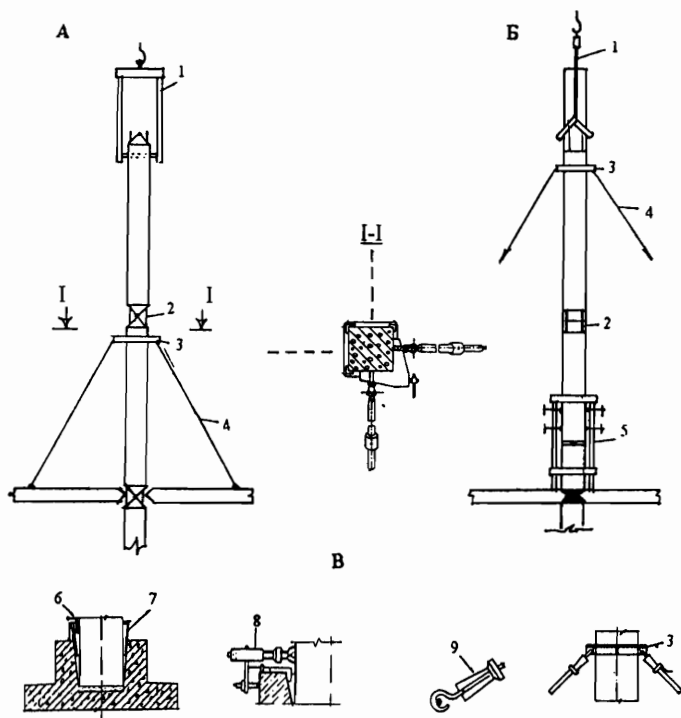


Рис. 8.5. Варианты монтажа колонн (А, Б) и приспособления для выверки и временного закрепления (В); 1 – захват для подъема колонны; 2 – место стыковки с надколонной плитой; 3 – хомут для крепления расчалок к колонне; 4 – распорки-расчалки; 5 – одиночный кондуктор; 6 – клиновидный вкладыш; 7 – клинья (стальные, железобетонные, деревянные); 8 – домкрат для корректировки положения колонн; 9 – винтовая натяжка расчалок



До выполнения работ по возведению перекрытия осуществляется подсыпка и уплотнение грунта под основание бетонной подготовки полов, устройство подготовки, монтаж перегородок и элементов связи.

Комплекс работ нулевого цикла заканчивается устройством перекрытия подвального этажа. Все работы ведутся поточным методом с переходом звеньев с захватки на захватку.

### 8.3. Особенности монтажа элементов каркаса

Монтаж колонны на колонну или в уровне перекрытий производится с учетом особенности конструктивного решения монтажного стыка. При стыке колонны на уровне 1 м от перекрытия монтаж ведется традиционными методами с использованием одиночных кондукторов. При стыке колонны с колонной на уровне перекрытия их установка осуществляется с использованием подкосов. На рис. 8.5 показаны технологические схемы монтажа колонн.

В ряде случаев используют стык колонн "штепсельного типа", когда арматура верхнего элемента свободно входит в отверстие нижнего элемента и фиксирует его положение.

Соединение выпусков арматуры из нижних и верхних элементов производится сваркой накладок или путем применения ванной сварки. В колоннах на несколько этажей в местах присоединения надколонных плит предусматривается обнажение арматуры, которое осуществляется при изготовлении колонны в заводских условиях. В уровне стыка располагаются закладные детали для сварки накладок и шпонок.

Точность монтажа колонн проверяется двумя теодолитами по взаимно перпендикулярным направлениям, а их выверка производится с помощью кондукторов или подкосов.

Во всех случаях временное закрепление и выверка колонн производятся с последующим раскреплением жесткими подкосами с креплением их к колонне на металлическом хомуте. Хомут устанавливают перед подъемом колонны и располагают в месте примыкания надколонной плиты нижнего этажа.

Комплект приспособлений обеспечивает возможность опирания и выверку надколонной плиты с соблюдением техники безопасности при ее монтаже.

Сварка монтажного стыка производится сразу после установки колонны в проектное положение.

Деформации и отклонения колонн от вертикального положения ликвидируются после установки надколонной плиты с помощью клиньев, домкрата или струбцин с упором к смежной раскрепленной связями колонне или плиты перекрытия. Точность монтажа колонн в плане и по вертикали должна находиться в пределах  $\pm 10$  мм. Стыки колонн замоноличиваются бетоном В-25 на мелком щебне.

Монтаж надколонных плит является характерной технологической особенностью возведения зданий конструкции "КУБ" и состоит в надевании на колонну до уровня перекрытия. В плите имеется отверстие  $0,42 \times 0,42$  м, обрамленное уголком в виде закладной детали. Полки уголка установлены под углом  $45^\circ$ , что улучшает возможности наведения отверстия плиты на смонтированную колонну сечением  $0,4 \times 0,4$  м. При равномерном наведении плиты на колонну зазор между гранями колонн и отверстием плит составляет 10 мм с каждой стороны.

Надколонная плита, подвешенная на четырехветвевом стропе, надевается на колонну краном. Два монтажника осуществляют наведение отверстия в плите на колонну с

помощью расчалок. Для упрощения процесса наведения верхняя часть колонны выполняется конусообразной.

Ствол колонны проходит сквозь отверстие в панели между стропами, касаясь поверхностей монтируемых элементов. Длина стропов должна обеспечивать достижение места монтажного стыка на нижнем уровне колонны.

Фиксация надколонной плиты в проектном положении может производиться одним из следующих способов:

- сваркой на проектном уровне монтажных опорных столиков;
- установкой монтажного кондуктора в виде хомута с регулировочными винтами, которые обеспечивают проектный уровень нижней поверхности плит;
- опиранием надколонной плиты на ранее установленные и выверенные монтажные телескопические стойки.

Выверенная надколонная плита прикрепляется к колонне сваркой металлических закладных деталей с обнаженными арматурными стержнями колонны.

На рис. 8.6 приводятся варианты монтажа надколонных плит с использованием различных монтажных приспособлений.

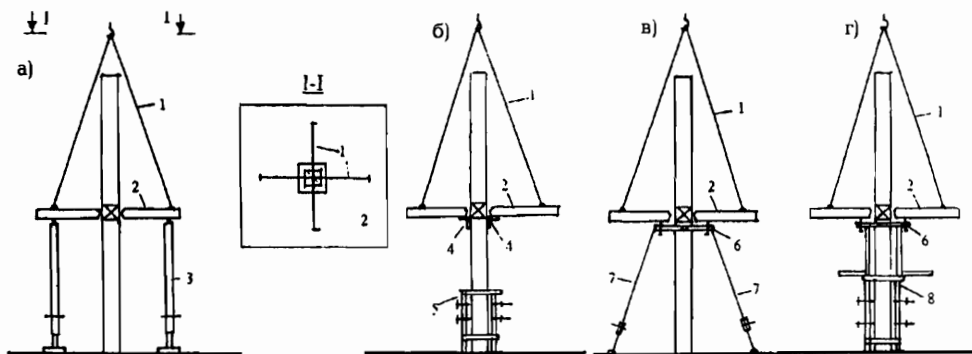


Рис. 8.6. Монтаж надколонных плит: а – выверка плиты выдвижными стойками; б – плиты на «монтажных столиках» с закреплением колону в типовом кондукторе; в – выверка плит регулировочными винтами в закрепленном на колонне раме-кондукторе, с раскреплением колонны подкосами; г) – выверка плит специальным кондуктором с регулировочными винтами и корректировкой вертикальности колонны; 1 – четырех-ветвевой строп; 2 – надколонная плита; 3 – телескопическая монтажная стойка; 4 – монтажный столик; 5 – одиночный кондуктор типовой конструкции; 6 – рама-кондуктор с регулировочными винтами; 7 – подкос для крепления колонны; 8 – кондуктор специальной конструкции с регулировочными винтами и площадками

Во время монтажа надколонной плиты колонна должна быть прочно закреплена одним из следующих способов:

1. Одиночным кондуктором при монтажном стыке колонны с колонной на уровне 1 м от смонтированного перекрытия.
2. Металлической обоймой (хомутом), к которой крепятся расчалки, в комплекте с установленным кондуктором с регулировочными винтами.
3. Расчалками и 4-мя телескопическими стойками, установленными на заданном уровне опорных поверхностей.

4. Специальным кондуктором, закрепляющим колонну и в верхней части имеющим опорные и регулировочные винты, которые устанавливаются на заданном уровне, до монтажа опорной плиты.

После установки плиты на заданном уровне и ее временного крепления производится окончательная проверка вертикальности колонны и всей комплексной конструкции (колонна+плита).

Монтаж межколонных и среднепролетных плит (рис. 8.7) производится:

с опиранием "в четверть" на надколонные плиты;

с опиранием на консоли надколонных плит и на установленные подмости;

с опиранием на ранее установленные монтажные стойки или другие передвижные или переносные опоры.

Межколонные плиты с опиранием "в четверть" или на консоли надколонных плит монтируются с совмещением отверстий петлевых выпусков арматуры. В отверстия заводятся фиксирующие анкерные стержни с закреплением их вязкой или сваркой. После полной выверки панели и соединения стыков "насухо" производится замоноличивание стыка бетоном класса В-25.

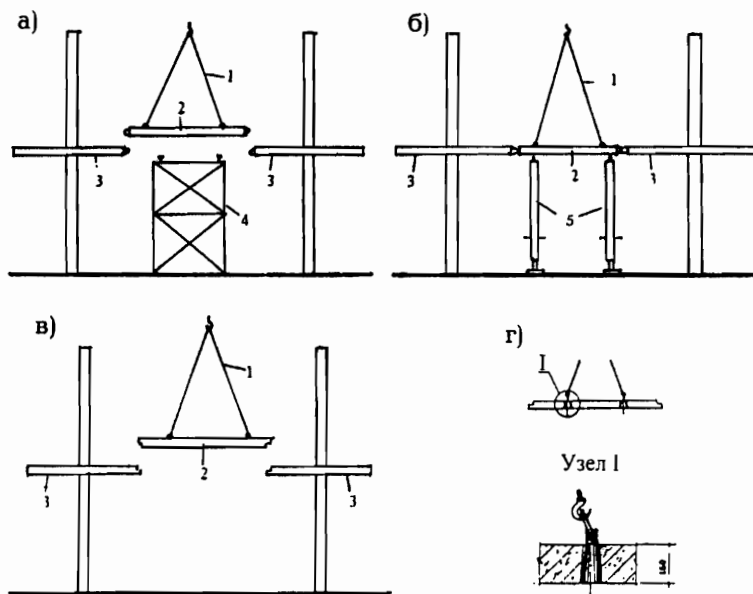


Рис. 8.7. Монтаж межколонных плит: а – с временным опиранием на переносные подмости; б – с опиранием на выдвижные опоры; в – с опиранием на надколонные плиты со стыковкой «в четверть»; г – вариант строповки за отверстие в плите; 1 – четырехветвевая строп; 2 – межколонная плита; 3 – надколонная плита; 4 – временная опора с установочными винтовыми домкратами; 5 – трубчатые винтовые опоры

Средние плиты монтируются также с совмещением отверстий арматурных выпусков, с соединением "насухо" и последующим замоноличиванием. Возможна укладка плит при опирании "в четверть" на раствор толщиной  $\approx 10$  мм. Марка раствора принимается не менее М-100.

Установка межколонных и надколонных плит со смещенным центром по отношению к отверстию для ствола колонны производится по установленному проектом порядку монтажа конструктивных элементов на захватке.

На рис. 8.8 приведены рабочие моменты монтажа надколонных и рядовых плит; наведение и установка с опиранием на хомут; установка поддерживающих стоек и подкосов; выверка в проектное положение и сварочные работы стыка; наведение и установка рядовых плит.



Рис. 8.8. Рабочие моменты монтажа надколонных и рядовых плит

Монтаж конструктивных элементов системы «КУБ» осуществляется по захваткам. Ее размеры принимаются в соответствии с плановыми размерами секций. На рис. 8.9 приведен пример очередности производства монтажных работ по устройству перекрытия на захватке размером 15x15 м. При этом используются укрупненные плиты размером 3x6 м с асимметричным размещением отверстий под колонны. Масса плит составляет около 7 т. Технологическая последовательность монтажа плит предусматривает создание устойчивых пространственных конструкций с обеспечением требуемого монтажного горизонта по нижним (потолочным) поверхностям плит.

Плита размером 3x6 м поднимается четырехветвевым стропом. Отверстие в плите для прохождения ствола колонны находится между ветвями строба. Снятие опорных приспособлений под плитами производится после сварки выпусков арматуры, закладных деталей, омоноличивания стыков и набора бетоном не менее 70% проектной прочности.

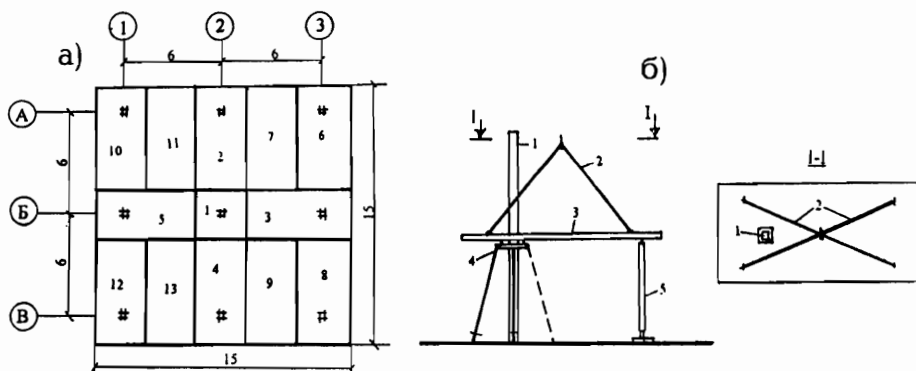


Рис. 8.9. Монтаж укрупненных надколонных и межколонных плит: а – порядок монтажа на захватке; 1...13 – последовательность монтажа плит; б – монтаж плит размером 3х6 м; 1 – колонна; 2 – четырех-ветвевой строп; 3 – надколонная плита; 4 – приспособление для раскрепления колонны; 5 – временная монтажная опора

Монтаж элементов каркаса необходимо вести в пределах следующих допусков:

- установка колонн в плане и отклонение их по вертикали  $\pm 10$  мм;
- установка надколонных панелей в плане, включая непараллельность торцевых кромок относительно разбивочных осей и смещение в связи с этим углов конструкции  $\pm 10$  мм;
- вертикальная установка надколонных панелей  $\pm 5$  мм (проверка производится на расстоянии 1 м от оси колонны);
- установка межколонных панелей в плане  $\pm 10$  мм;
- вертикальная установка межколонных панелей (проверяется относительно надколонной плиты)  $\pm 5$  мм.

Монтаж связей и элементов продольной и поперечной устойчивости здания производится после установки колонн и плит перекрытия с соединением "насухо". Железобетонные связи рекомендуется собирать попарно. Их временное крепление к конструкциям каркаса производится с использованием струбцин, которые демонтируются после сварки монтажных стыков.

Возведение стеновых ограждающих конструкций выполняется с применением трехслойных панелей с эффективным утеплителем, а также в виде кирпичной кладки с прослойкой утеплителя. Панели наружных стен могут быть как навесными, так и самонесущими.

Установка сантехкабин, вентблоков и др. конструктивных элементов производится на панели перекрытия с соответствующими отверстиями для пропуска коммуникаций.

Внутренние ограждающие конструкции возводятся в процессе монтажа каркаса и устанавливаются таким образом, что между верхним торцом стены (перегородки) и низом монтируемой панели перекрытия должен образовываться зазор не менее 10 мм, который заделывается после монтажа верхнего перекрытия. При монтаже перегородок используются средства для выверки и временного крепления в виде подкосов и струбцин.

## 8.4. Возведение надземной части зданий

Технология возведения надземной части зданий включает несколько технологических циклов. Ведущим из них является монтажный цикл возведения каркаса.

Для производства строительно-монтажных работ используются башенные краны, технические параметры которых должны соответствовать весовым и габаритным параметрам монтируемых конструкций.

Основой для ритмичного производства работ и согласованности объектных потоков является расчленение здания на захватки. Для задний, возводимых в системе "КУБ", захваткой может служить секция или ее часть. Как правило, возведение жилых зданий осуществляется посекционно с развитием монтажного потока по вертикали и горизонтали. Это обстоятельство объясняется высокими требованиями по геометрической точности установки конструктивных элементов. При возведении многосекционных разно-высотных зданий используют два или более монтажных крана.

Организация строительной площадки должна включать расчетные параметры складских площадок для сборного железобетона и материала стенового ограждения, площадки для приема бетонной смеси и раствора. Их размещение должно находиться в зоне действия кранов. В соответствии с размещением кранов устраиваются временные дороги и площадки.

На рис. 8.10 приведен фрагмент стройгенплана для возведения пятисекционного жилого дома с разноэтажными секциями.

Для выполнения комплекса строительно-монтажных работ применяются башенные краны КБ-674 и КБ-408 грузоподъемностью 8 т и максимальным вылетом стрелы 25 м. Площадь зоны складирования сборных конструкций определяется исходя из интенсивности ведения работ и обеспечения страхового запаса на 3...4 рабочих смены.

Практический опыт возведения зданий системы "КУБ" показал, что наиболее рациональным является использование двухъярусных колонн с шагом расположения 6х6 м и крупноразмерных надколонных и рядовых плит размером 3х6 м. Такая разрезка перекрытия является наиболее эффективной с точки зрения интенсивности монтажных процессов и обеспечения требуемой устойчивости элементов здания.

Как правило, монтаж безбалочного каркаса осуществляется по комбинированной схеме, которая предусматривает поячковый монтаж конструктивных элементов.

В качестве примера на рис. 8.11 приведена технологическая последовательность монтажа конструкций. Цифрами I...V показаны монтажные захваты, на которые расчленен этаж (секция жилого дома). Первоначально возводятся элементы захватки I – наиболее удаленные колонны (1, 2, 3, 4), затем надколонные плиты (5, 6, 7, 8) и рядовые (9, 10). Для завершения монтажного цикла в осях 1-2 производится установка элементов захватки II – колонн (11, 12), надколонных плит (13, 14) и рядовых (15, 16). Дальнейшее возведение элементов осуществляется в технологической последовательности, указанной для участков III, IV, V.

Комбинированная технология монтажа конструкций, помимо создания устойчивых структур, обеспечивает фронт работ по выполнению сварки и омоноличиванию узлов и стыков. Для выполнения комплекса монтажных работ требуются монтажные стойки, хомуты, трубчатые подкосы и другие приспособления. При комбинированной схеме выполнения монтажных работ их количество может быть сокращено.

Монтаж конструкций выполняется комплексной бригадой в составе 9 человек: монтажники – 4 чел., сварщики – 3 чел., бетонщики – 2 чел. Монтажный цикл одного этажа

составляет 5 рабочих дней. При этом в обеспечении точности возведения элементов здания постоянно участвуют два геодезиста.

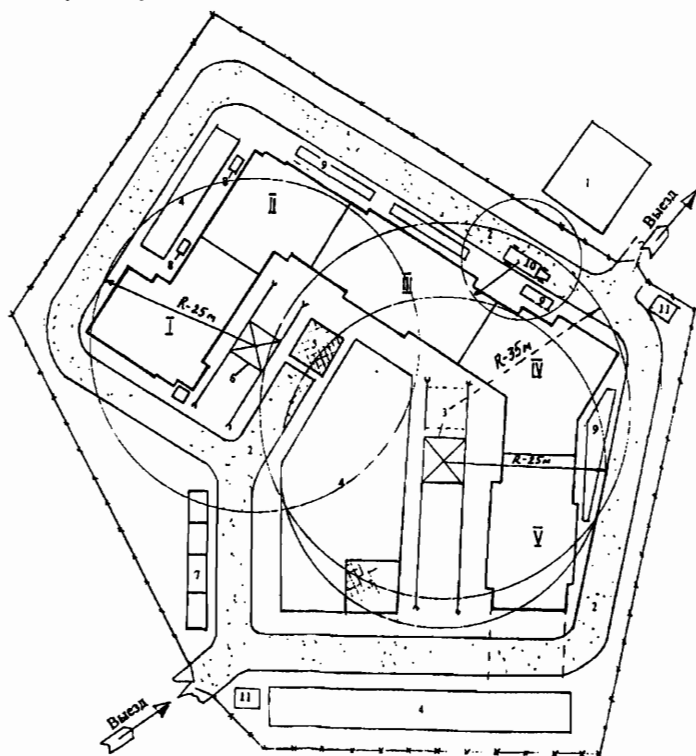


Рис. 8.10. План строительной площадки пятисекционного жилого дома: I – секция 10 этажей; II – секция 12 этажей; III – секция 14 этажей; IV – секция 16 этажей; V – секция 14 этажей. 1 – существующее здание, используемое для нужд строителей; 2 – автомобильная дорога; 3 – башенный кран КБ-674; 4 – зона складирования конструкций и материалов; 5 – место приема бетона и раствора; 6 – башенный кран КБ-408; 7 – бытовые помещения; 8 – грузовые лифты; 9 – склад стеновых материалов; 10 – автокран; 11 – проходная

Расчленение захватки на участки позволяет организовать производство работ по устройству стенового ограждения, возведению внутренних стен, перегородок и других конструктивных элементов. Эти работы выполняются отдельным строительным потоком с отставанием от монтажного на 1...2 этажа.

По мере возведения каркаса и выполнения работ по устройству стенового ограждения осуществляются специальные и отделочные работы.

Начало выполнения данного вида работ как правило связано с окончанием работ по теплообеспечению первых 5...6 этажей.





Пример технологии возведения малоэтажного жилого дома приведен на рис. 8.13. В качестве основного монтажного механизма используется башенный кран КБ-405 грузоподъемностью 8 т. Технологический цикл возведения осуществляется по захваткам. Каждый этаж разделяется на две захватки, что позволяет совмещать процессы установки конструктивных элементов и омоноличивания стыков.

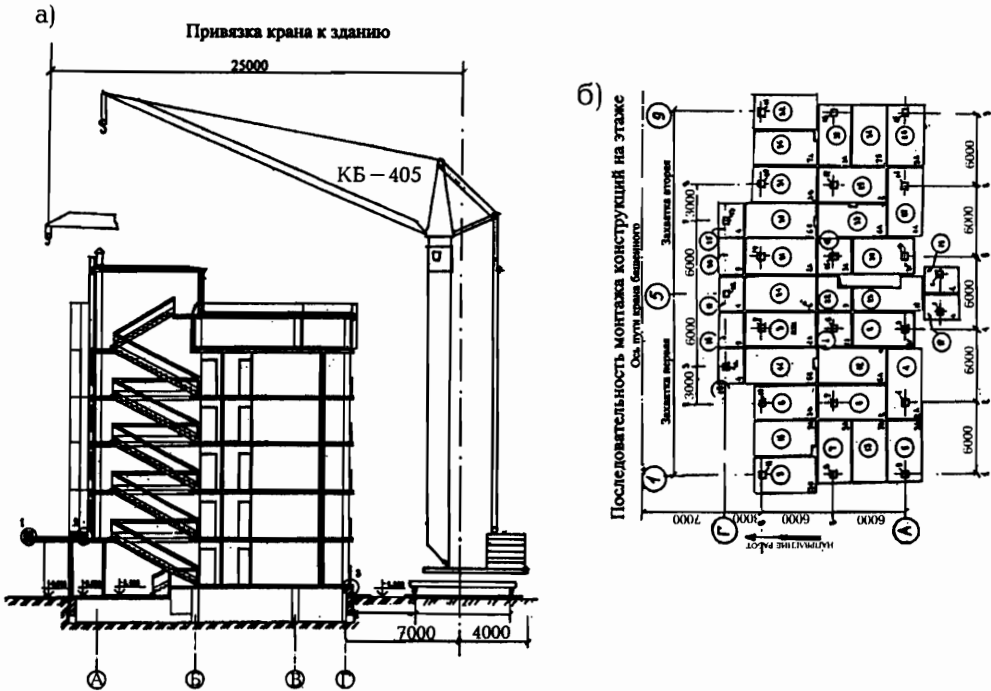


Рис. 8.13. Схема привязки башенного крана (а) и технологическая последовательность монтажа сборных конструкций на этаже (б)

Организационно-технологическая схема предусматривает использование ритмичных строительных потоков, которые взаимосвязаны во времени и пространстве.

Процесс возведения здания включает: цикл подготовительных работ по возведению подземной части, монтажу сборных элементов подземной части, кровельным, специальным и отделочным работам. Их связь во времени и пространстве иллюстрируется циклограммами производства работ (рис. 8.14). Ведущим процессом является монтаж каркаса здания, который осуществляется потоком № 1.

Потоком № 2 выполняются специализированные сантехнические работы. Они начинаются после окончания возведения конструкций на двух этажах и производятся в два этапа. На первом этапе осуществляются комплексная заготовка и крепление основных узлов в проектное положение. На втором этапе устанавливается арматура, произ-

водится гидравлическое испытание системы. Такую технологию выполнения работ принято называть поточнорасчлененной.

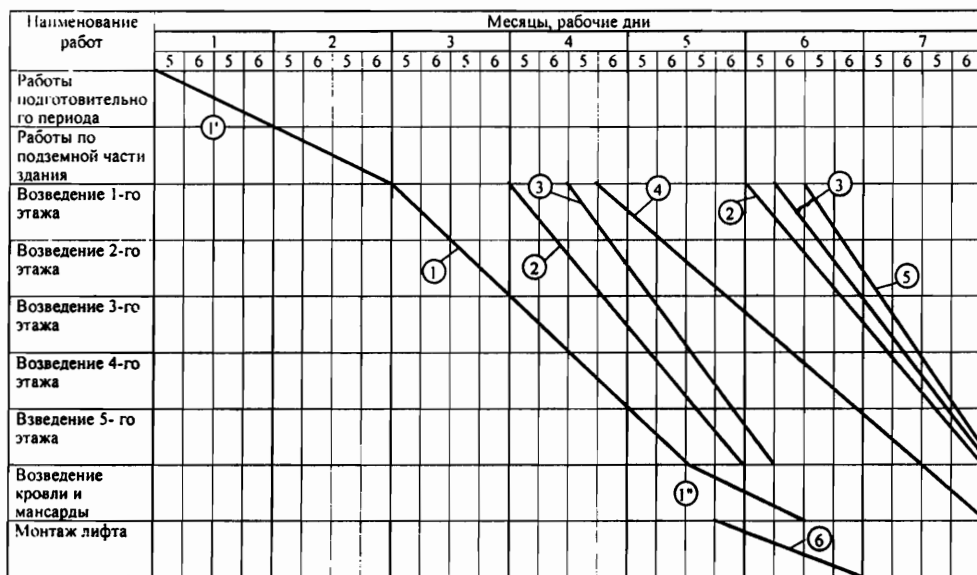


Рис. 8.14. Циклограмма возведения 5-этажного жилого дома: 1...6 – общестроительные и специализированные потоки

Аналогичная поточнорасчлененная технология применяется при выполнении специализированных электромонтажных работ (поток № 3).

Потоком № 4 ведутся общестроительные работы по устройству перегородок, установке оконных и дверных блоков с остеклением, устройству основания под полы, штукатурка поверхностей и их подготовка под окончательную отделку. Работы начинаются после возведения конструкций третьего этажа.

Потоком № 5 выполняются малярные, обойные, плиточные и другие работы по окончательной отделке поверхностей.

Потоком № 6 производятся специализированные работы по монтажу конструкций лифта и пуско-наладочные работы.

## ГЛАВА 9. ВОЗВЕДЕНИЕ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С НАТЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ МОНТАЖА

### 9.1. Конструктивно-технологические особенности каркасных зданий

Использование преднапряженных конструкций дает достаточно высокий эффект, способствует снижению расхода материалов, повышению долговечности зданий и эксплуатационной надежности. Начиная с 50-х годов начали изготавливать преднапряженные конструкции преимущественно в заводских условиях (многопустотный настил, фермы, балки пролетных строений мостов и др.). В настоящее время объем сборного преднапряженного железобетона составляет около 30 % от выпуска. Применение преднапряженных конструкций в построечных условиях производят в крайне редких случаях.

Первый опыт возведения зданий с напрягаемой арматурой относится к началу 80-х годов. В Чебоксарах, Тбилиси и других городах стали возводить каркасные здания с натяжением арматуры на сборные конструкции в построечных условиях. Такая технология показала высокую технологическую и экономическую эффективность. В настоящее время в Москве подготовлена производственная база для массового строительства каркасных жилых зданий.

Конструктивная система преднапряженного каркаса впервые была разработана в Югославии и имеет ряд специфических особенностей. В отличие от традиционных предварительно напряженных конструкций, особенность системы состоит в том, что все элементы каркаса выполняются из обычных сборных железобетонных конструкций, а их обжатие осуществляется за счет натяжения арматуры, размещаемой в продольных и поперечных стыках панелей перекрытий и отверстий в колоннах. В результате обжатия возникают силы трения в условиях сопряжения плит перекрытия и колонн, что обеспечивает требуемую несущую способность каркаса. Расположение преднапряженной системы во взаимно перпендикулярных направлениях позволяет создать условия работы конструкций, достаточно стойких к восприятию как статических, так и динамических нагрузок, что особенно важно при возведении зданий в сейсмических районах. Кроме высокой сейсмостойкости данная система имеет ряд преимуществ по сравнению с известными. К основным из них следует отнести достаточно низкий расход бетона ( $0,15...0,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ), снижение трудозатрат на изготовление и возведение. Из-за отсутствия закладных деталей и арматурных выпусков резко снижается расход стали, отпадает необходимость в производстве сварочных работ. Это повышает эксплуатационную надежность и долговечность зданий. Несмотря на применение типовых сборных деталей заводского производства система обладает значительной гибкостью архитектурно-планировочных решений вследствие отсутствия внутренних несущих стен. Она позволяет возводить ширококорпусные здания с шагом ячеек расположения колонн от 3,6х3,6 м до 7,2х7,2 м. Это обеспечивает создание гибкой планировки помещений путем использования внутренних перегородок облегченной конструкции. По данной конструктивной схеме возможно возводить широкий диапазон зданий различной этажности и назначения (от 2...3 этажей коттеджного типа до 17...20 – этажных многоквартирных жилых домов, административных и промышленных зданий).

На рис. 9.1 приведена принципиальная схема преднапряженной каркасной системы, иллюстрирующая основные ее особенности. В качестве несущих элементов выступают многоярусные колонны прямоугольного сечения, которые имеют на уровне перекрытий отверстия для пропуска напрягаемой арматуры. Пространство между колоннами

заполняется сборными железобетонными плитами на размер ячейки. При этом плиты изготавливаются пустотными с усиленными продольными и поперечными ребрами и специальной выемкой для контакта с поверхностью колонн. Наружные грани плит выполняются таким образом, чтобы при их соединении оставалось пространство для пропуска арматуры и ее замоноличивания.

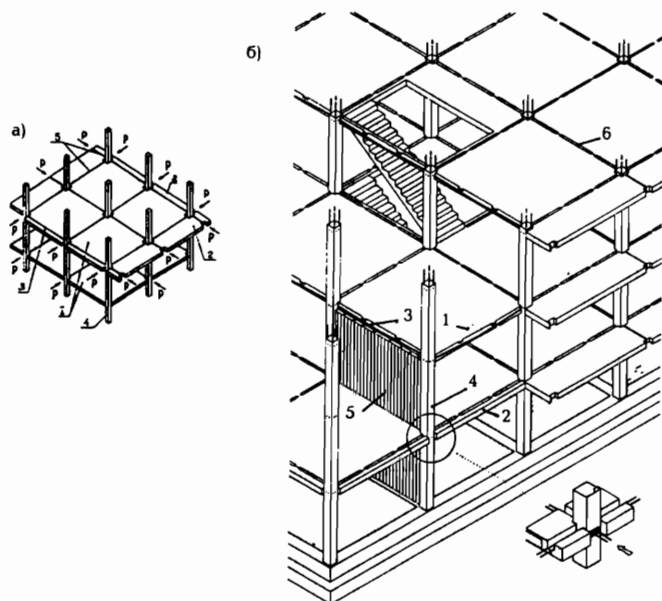


Рис. 9.1. Каркасная система зданий с натяжением арматуры в построечных условиях: а – принципиальная схема; б – общий вид фрагмента здания; 1 – плита; 2 – бортовой элемент; 3 – преднапряженная арматура; 4 – колонны; 5 – внутренняя панель перегородки; 6 – монолитный участок; P – усилие натяжения

По периметру каркаса располагаются специальные бортовые элементы, которые, соединяясь с плитами перекрытий образуют пространство для пропуска напрягаемой арматуры по контуру здания. Они же служат несущими элементами для размещения наружных стеновых панелей. Для устройства консольных выпусков используются специальные плиты, которые крепятся также с помощью напрягаемой арматуры. Консольные выпуски могут служить элементами балконов и лоджий.

Система преднапряженного безбалочного каркаса снабжается внутренними железобетонными стенками, которые размещаются между колоннами и выступают в качестве элементов жесткости. Их установка производится по мере возведения перекрытий этажей по вертикальной оси. Они предназначены для восприятия горизонтальных нагрузок и обеспечения пространственной жесткости каркаса.

Технологическая гибкость данной системы состоит в возможности возведения не только зданий различной этажности, но и сложной геометрической формы плана. Это

обстоятельство расширяет ее технологические возможности, обеспечивая разнообразие архитектурных форм.

Примеры компоновки малоэтажных зданий коттеджного типа приведены на рис. 9.2. При этом используется колонны с шагом 3,6x3,6 и 4,2x4,2 м высотой на 1...3 этажа, плиты перекрытия на ячейку, фундаменты - стаканного типа. Применяются также сборные конструкции для формирования кровельной части зданий. Максимальное использование сборных конструкций, в т.ч. стенового ограждения, обеспечивает высокую индустриальность работ и сокращение сроков строительства.

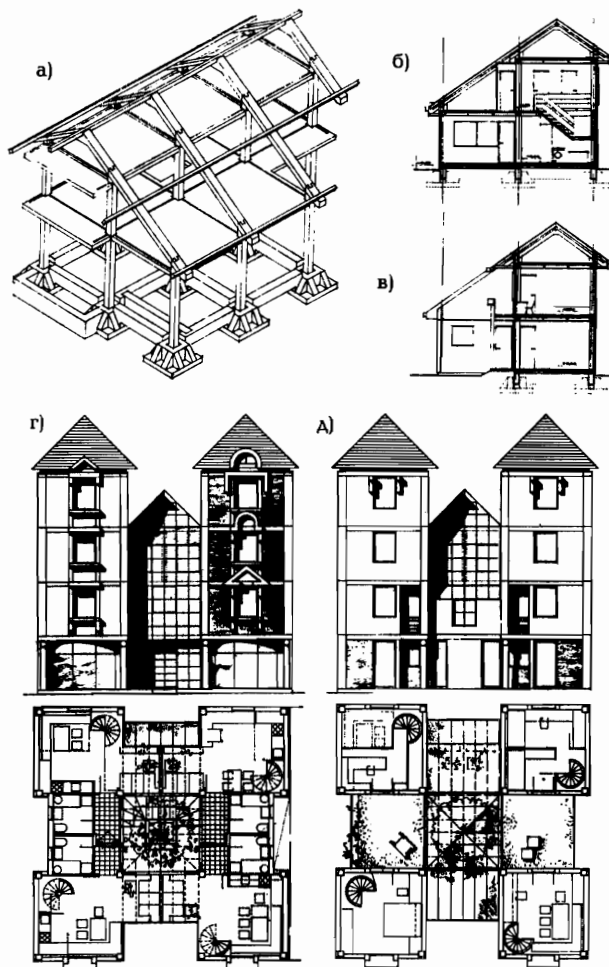


Рис. 9.2. Примеры компоновки малоэтажных зданий: а – одноэтажного типа с мансардным этажом; б, в – разрезы; г, д – четырехэтажного блокированного жилого дома коттеджного типа

Архитектурно-планировочное решение многоэтажных жилых зданий приведено на рис. 9.3. Технология возведения позволяет учитывать рельеф местности, образуя сту-

пенчатую структуру жилых домов (рис. 9.3,а), а также блокирование отдельных типовых секций со вставками (рис. 9.3,б). Данный метод возведения является достаточно гибким и позволяет существенно разнообразить архитектурную палитру застройки. Использование шага колонн 6,0х6,0; 6,0х7,2 и 7,7х7,2 м позволяет получать большие свободные площади и реализовать гибкую планировку помещений.

С целью снижения типоразмеров конструктивных элементов, для каждого здания принимаются ячейки одного и реже - двух типоразмеров. Максимальное использование типовых элементов сборного железобетона превращает строительную площадку в сборочный конвейер.

В этой связи особое место приобретает качество сборных элементов, их соответствие геометрическим размерам проектных значений с учетом системы допусков, а также соответствие конструктивных элементов физико-механическим характеристикам. Достаточно жесткие требования по допускам геометрических размеров предъявляются практически ко всем конструктивным элементам: фундаментам, плитам перекрытия, колоннам, стенкам жесткости, бортовым и консольным элементам, лестничным маршам и т.п.

Об ограниченном количестве типоразмеров сборных элементов свидетельствует номенклатура изделий, применяемая для возведения многоэтажных жилых зданий, которая приведена на рис. 9.4. В зависимости от проектного решения могут использоваться: одно-, двух- и трехъярусные колонны; плиты перекрытия на ячейку или составные из двух элементов; лестничные марши, объединенные с площадкой; стенки жесткости сплошного сечения и с проемами и т.п.

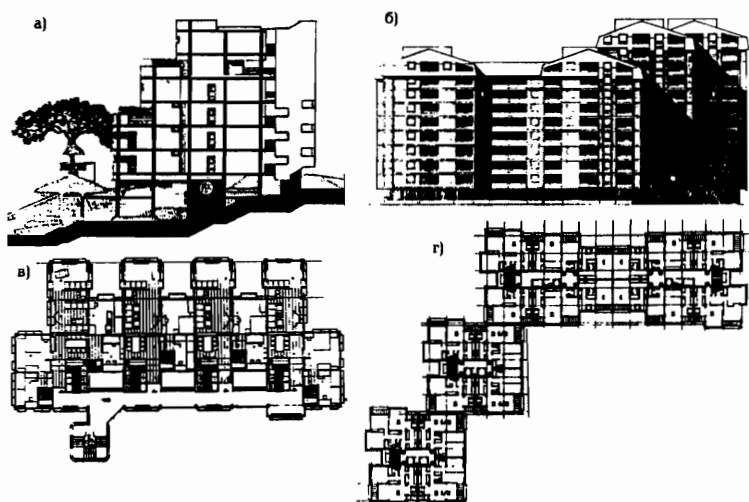


Рис. 9.3. Архитектурно-планировочные решения многоэтажных жилых зданий: а – ступенчатого типа с учетом рельефа местности; б – многосекционные разноэтажные блокировочного типа; в, г – планы типовых этажей

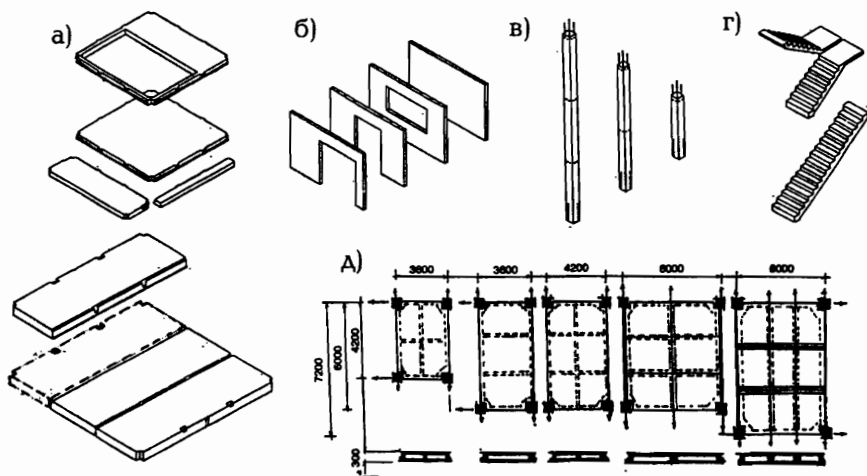


Рис. 9.4. Примерная номенклатура сборных элементов, используемых для возведения жилых зданий: а – плит перекрытий, бортовых и консольных элементов; б – стенок жесткости; в – колонн различной этажности; г – лестничных маршей; д – конструктивное решение плит перекрытий в зависимости от размеров ячейки

## 9.2. Технология возведения зданий

Возведение многоэтажных жилых, общественных и промышленных зданий традиционно включает несколько циклов строительно-монтажных работ: подготовительные; работы нулевого цикла; надземной части (каркаса здания, стенового ограждения, кровельных работ, внутренних планировочных и отделочных, специальных видов работ и др.).

Их очередность и технологическая последовательность устанавливаются проектом производства работ, а на более сложные процессы - технологическими картами. Продолжительность работ и взаимоувязка строительных потоков с учетом материально-технического обеспечения определяется графиками производства работ линейного вида, циклограммами или в виде сетевых моделей.

Для производства строительно-монтажных работ по возведению зданий с безбалочным каркасом, как правило, используются башенные краны, характеристики которых (грузоподъемность, высота подъема крюка и вылет стрелы) определяются известными способами в соответствии с геометрическими размерами зданий и максимальной массой монтируемых элементов. Кроме башенных кранов могут использоваться стреловые, приставные и самоподъемные. Для перемещения рабочей силы на монтажный горизонт, а также доставки некоторых строительных материалов применяются грузо-пассажирские подъемники.

*Работы нулевого цикла* включают механизированную отрывку котлована под площадь здания, устройство бетонной подготовки под отдельно стоящие фундаменты, монтаж фундаментов в соответствии с принятой сеткой колонн, установка колонн с

омоноличиванием стыков, монтаж стенок жесткости, плит перекрытия над подвальным этажом, натяжение арматуры и омоноличивание стыков, установка наружных стен с гидроизоляцией и др. Для выполнения работ по возведению подземной части здания чаще всего используются стреловые мобильные краны.

Технология производства работ нулевого цикла имеет ряд специфических особенностей. В частности, до монтажа колонн по результатам геодезической съемки, обеспечивается единый монтажный горизонт стаканов фундаментов. Монтаж многоярусных колонн осуществляется отдельным методом. При этом размером захватки является температурный блок длиной 40...50 м, секция жилого дома или этаж. Установка колонн осуществляется башенным краном с приобъектного склада "на себя". Первоначально устанавливается наиболее удаленный ряд колонн захватки, затем - внутренние ряды и в дальнейшем - внешний.

Для установки колонн в проектное положение используются фрикционные подкосы, которые верхним концом крепятся к специальному воротнику, устанавливаемому на колонну до ее подъема, а нижней частью фиксируются к телу фундамента или бетонной подготовки. Воротник на колонне служит также опорой для плит перекрытий, поэтому его установка должна осуществляться с максимальным соблюдением допусков.

Выверка колонн в проектное положение производится путем фиксирования нижней части с осевыми рисками на фундаменте с помощью клинового захвата и верхней части за счет изменения длины подкоса.

Точность установки колонн в проектное положение имеет существенное значение при возведении перекрытий последующих этажей и ярусов. Поэтому монтаж колонн подвальной части должна осуществляться минимальными отклонениями от проектных значений. Для контроля вертикальности колонн используют как традиционные геодезические средства, так и лазерную технику.

Для омоноличивания стыков колонн с фундаментами используются быстротвердеющие бетонные смеси на мелком заполнителе и специальные добавки, ускоряющие набор прочности.

Наращивание колонн вышележащих этажей осуществляется несколькими методами, в зависимости от конструкции стыков. Конструктивное решение стыков зависит от этажности здания, шага колонн и действующих нагрузок. Для многоэтажных жилых зданий допускается облегченный стык, основанный на пропускании арматурных стержней выше- и нижележащей колонны в специальные отверстия в бетоне (штепсельное соединение). Каждая колонна имеет в обоих концах четыре анкера и четыре отверстия. При стыковке поверхность нижней колонны покрывается слоем цементно-песчаного раствора. После установки колонны осуществляется цементирование каналов с анкерами. Таким образом, достигается требуемая монолитность и равнопрочность стыка.

Для промышленных зданий высотой более 5 этажей стыковка колонн осуществляется с использованием объемных металлических элементов, свариваемых с арматурными стержнями. При этом верхний торец колонны имеет корытообразную форму, в которую погружается нижний торец монтируемой колонны с металлическим воротником. Для обеспечения плотного контакта торцевых элементов перед наращиванием колонн осуществляется подливка раствором. После выверки в проектное положение осуществляется сварка стыкуемых элементов. Наиболее распространенные конструкции стыков приведены на рис. 9.5. Каждая из конструктивных схем обладает рядом



преимуществ и недостатков. Оценка эффективности применения того или иного стыка может быть произведена по показателю технологичности.

Характерной особенностью стыков колонн является то, что они располагаются выше уровня перекрытия на 150...200 мм. Это обеспечивает не только удобство ведения работ по их устройству и выполнению последующих монтажных операций, но и восприятие максимальных моментов и поперечных сил. Создание равнопрочных стыков является основой повышения надежности и долговечности зданий.

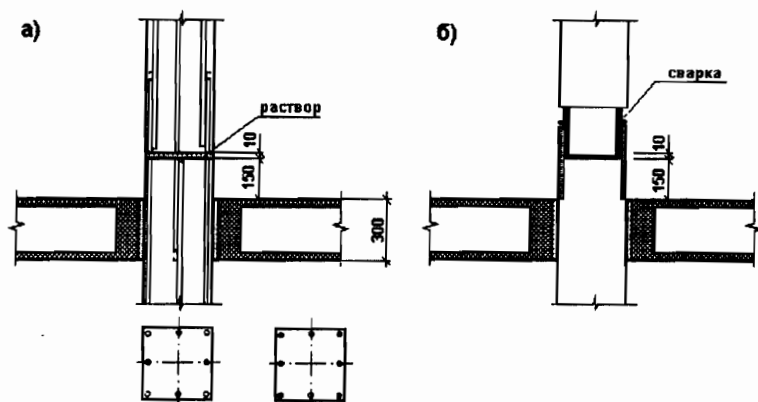


Рис. 9.5. Стыки колонн для возведения многоэтажных жилых (а) и промышленных (б) зданий

*Монтаж диафрагм жесткости* производится после установки колонн и набора требуемой прочности стыков. Их установку осуществляют строго по оси симметрии колонн с сохранением проектных зазоров. Как правило, диафрагмы устанавливаются в местах разграничения квартир, секций домов, а также используются для формирования лестничных клеток. Их выверка и временное крепление осуществляются с применением подкосов и фиксаторов и мало отличаются от технологии монтажа элементов крупнопанельных зданий. Диафрагма жесткости считается смонтированной только в том случае, если произведена зачеканка стыков торцевых элементов с плоскостью колонн.

*Монтаж элементов перекрытия* включает установку плит, рамных конструкций лестничных клеток, лифтовых шахт, бортовых балок и т.п. Основным требованием при монтаже плоских элементов является тщательное соблюдение монтажного горизонта, что достигается различными технологическими приемами. Наиболее простым и менее трудоемким является использование опор временных элементов воротников. Это обеспечивает проектное положение плит перекрытия. При использовании составных плит из двух или трех элементов применяют специальные подмости с опорными площадками, снабженными механическими домкратами (рис. 9.6), позволяющие с минимальными трудозатратами произвести выверку плит в проектное положение. Подобные приспособления используют при возведении надземной части зданий для монтажа консольных элементов - балконных плит, лоджий и т.п. При этом временные опоры сохраняются до окончания производства работ по натяжению арматуры и ее омоноличиванию.

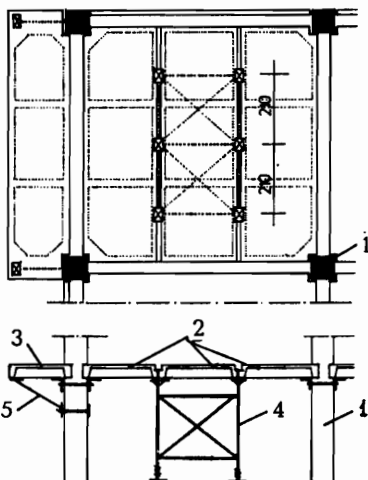


Рис. 9.6. Технология монтажа составных плит перекрытия с применением подмостей: 1 – колонны; 2 – составные плиты перекрытия; 3 – консольный элемент; 4 – подмости с механическими домкратами; 5 – кронштейны для временного крепления консольных плит

производства работ нулевого цикла является полное омоноличивание и предварительное натяжение арматуры перекрытия, устройство стеновых конструкций с гидроизоляцией, проведение работ по устройству бетонной подготовки под полы, обеспечение вводов газоснабжения, водо- и канализации, слаботочных сетей и т.п. Обратная засыпка пазух с послойным уплотнением обеспечивает максимально допустимое приближение рельсовых путей башенного крана к наружным стенам возводимого здания.

В то же время применение башенного крана для выполнения работ нулевого цикла позволяет исключить технологические перерывы и осуществить процесс монтажа в едином технологическом цикле. Этому способствует использование многоярусных колонн, которые являются основой каркаса подземной и надземной частей.

Возведение надземной части зданий. После устройства перекрытий подвальной части выполняют цикл работ по монтажу конструкций первого и второго этажей. При наличии нескольких захваток достигается непрерывность и ритмичность монтажного потока.

В соответствии с технологическим регламентом допускается возведение двух перекрытий без омоноличивания стыков и натяжения арматуры, что дает возможность более оперативного планирования технологии производства работ.

Технологическая последовательность выполнения монтажных процессов при возведении 7-этажного 2-секционного жилого дома приведена на рис. 9.8.

Проектное положение бортовых балок обеспечивается использованием специальных консолей на воротниках, а их временное крепление осуществляется с помощью фиксаторов.

Монтаж стеновых панелей заглубленной части здания производится известными технологическими приемами с устройством и герметизацией стыков и последующей гидроизоляцией.

На рис. 9.7 приведены технологические схемы установки, выверки, временного и окончательного крепления основных элементов каркаса подземной части здания: колонн; диафрагм жесткости; плит перекрытия и бортовых балок.

Аналогичные методы монтажа, выверки и временного крепления используются при возведении надземной части зданий, которая осуществляется после выполнения комплекса работ нулевого цикла.

Специфика работ по возведению подземной части зданий иногда требует применения более мобильных пневмоколесных кранов, которые обеспечивают выполнение работ с меньшими затратами. Окончанием

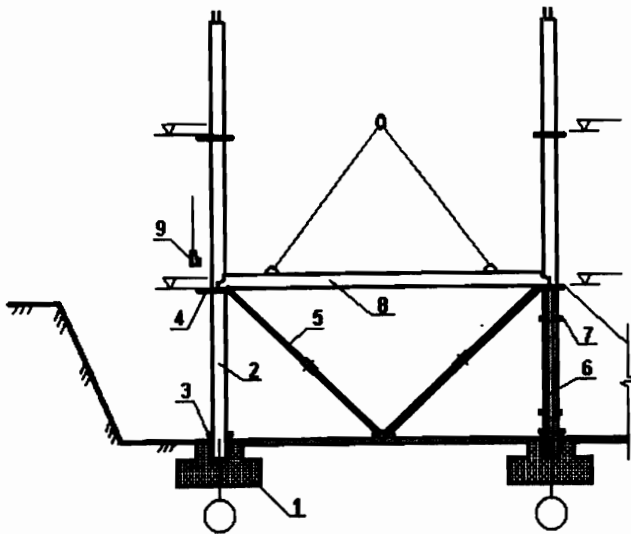


Рис. 9.7. Технологические схемы установки, выверки и временного крепления элементов каркаса подземной части здания: 1 – фундаменты стаканного типа; 2-3-х ярусные колонны; 3 – клиновый вкладыш для временного крепления колонн и выверки в проектное положение; 4 – металлический воротник; 5 – подкос с регулируемой длиной; 6 – панель диафрагмы; 7 – фиксатор; 8 – монтируемая панель перекрытия; 9 – бортовая балка в процессе монтажа

В качестве захватки принимается секция жилого дома. Технологическая последовательность выполнения работ иллюстрируется на рис. 9.8,а. Процесс монтажа сборных элементов этажа осуществляется непрерывным потоком в следующей технологической последовательности. Первоначально монтируются элементы внутренних стен, а затем перекрытий, лестничных клеток, консольных элементов балконных плит, бортовых элементов и т.п.

Для установки консольных элементов балконных плит используются временные опоры, обеспечивающие их геометрически неизменяемое положение на период временного крепления.

Установка бортовых элементов производится на консольные выпуски воротников, а их временное крепление осуществляется с использованием специальных анкеров.

Технологические этапы монтажа отдельных элементов приведены на рис. 9.9.

По завершению работ на захватке производится цикл работ по укладке напрягаемой арматуры и ее натяжению. Эти работы выполняются отдельным строительным потоком. При этом звено монтажников продолжает монтажный цикл на очередной захватке.

До укладки напрягаемой арматуры необходимо выполнить объемы работ по омоноличиванию стыков колонн с плитами перекрытий, а также заделку стыков стенок жесткости с колоннами.

Технологическим регламентом предусматриваются достаточно жесткие условия создания стыковых соединений. Это обстоятельство исключительно важно для обеспечения несущей способности каркаса, т.к. создаваемые за счет натяжения силы трения между плитами перекрытий и колоннами, а также между диафрагмами и колоннами зависят от степени заполнения стыков при омоноличивании и физико-механических характеристик материала.

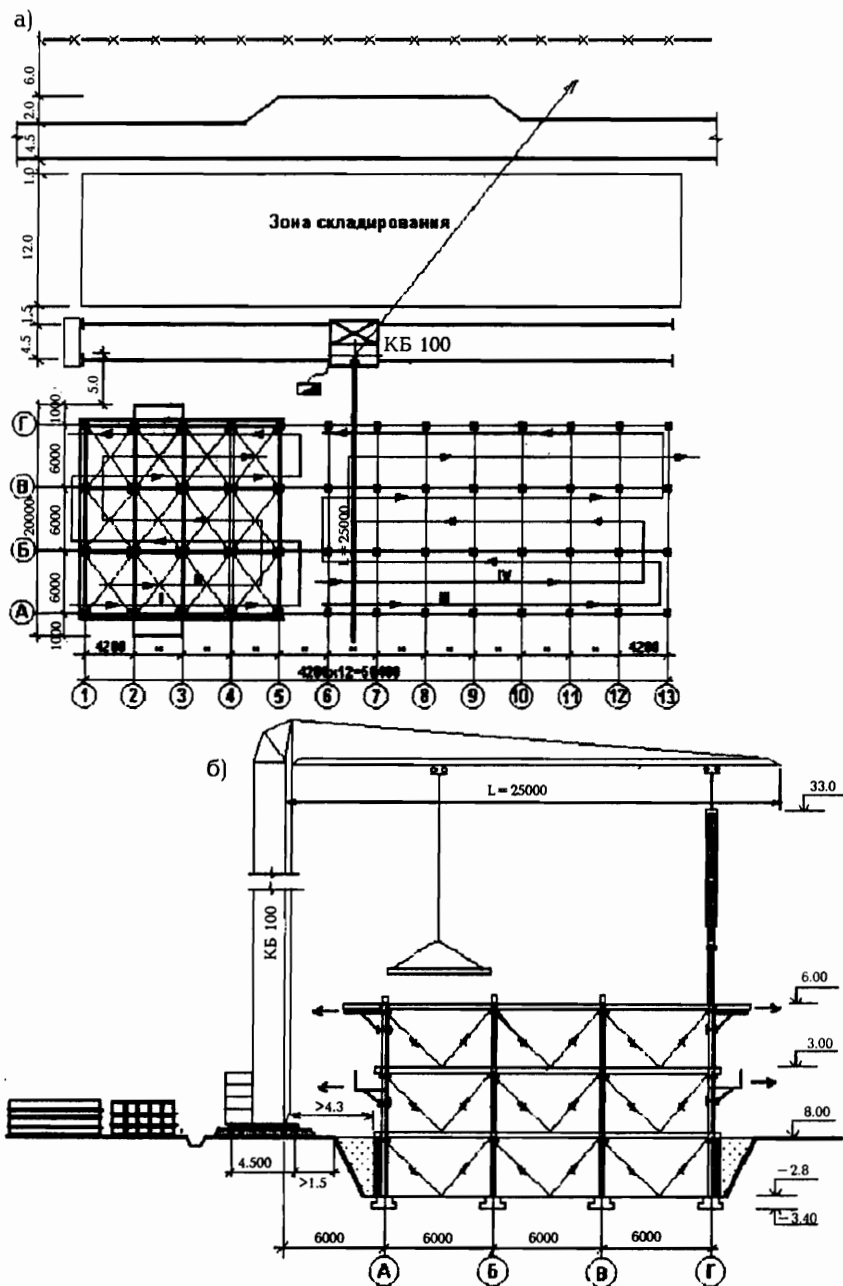


Рис. 9.8. Технологические схемы и последовательность монтажа элементов безбалочного каркаса: а – фрагмент стройгенплана; б – поперечный разрез на период монтажа элементов каркаса

По данным разработчиков для обеспечения стыковых соединений требуется использование композиционных материалов достаточно высокой прочности. Так, для устройства стыков между колоннами и плитами перекрытий, зазор между которыми составляет 3...4 см, требуется заполнение раствором, прочность которого после цикла твердения должна быть не менее 30 МПа. Процесс натяжения арматуры допускается при достижении прочности не менее 22 МПа.

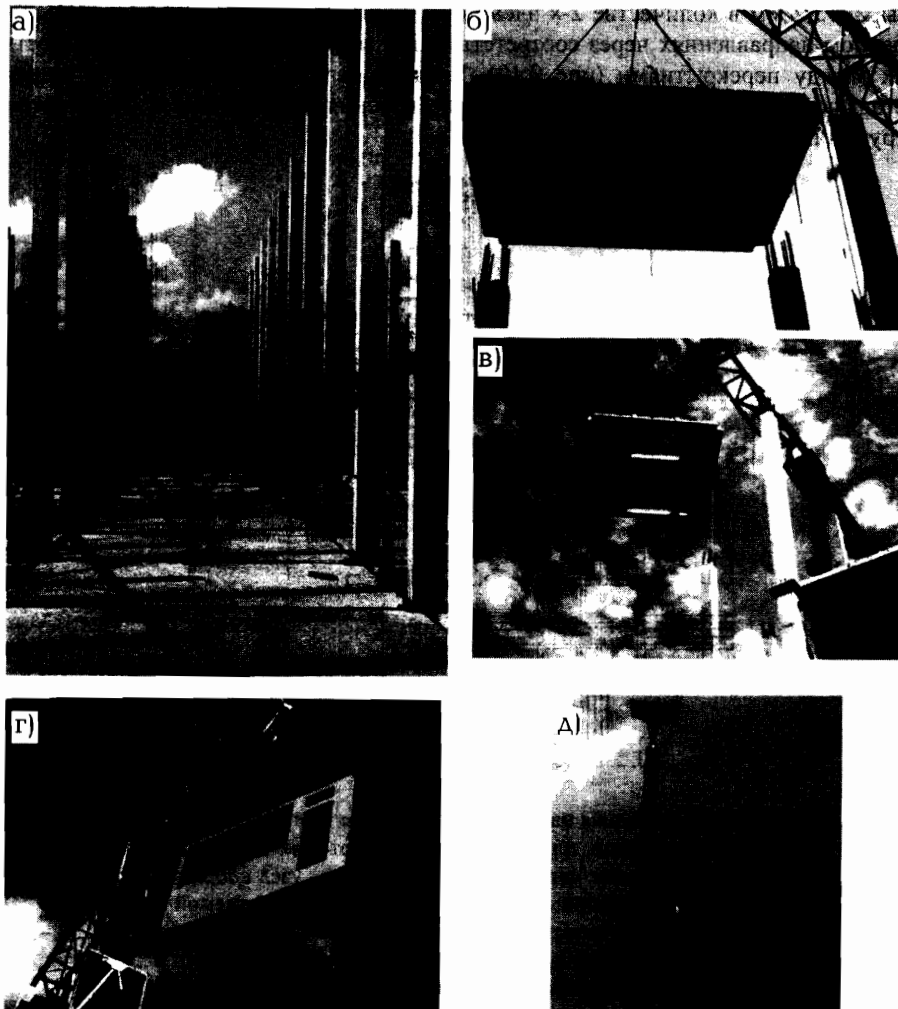


Рис. 9.9. Технологические этапы монтажа конструктивных элементов каркаса: а, д – колонны; б, в – плиты перекрытий; г – внутренних стен

Подобное решение принимается для диафрагм жесткости. Зазор между плоскостью колонн и торцевых элементов диафрагм жесткости (внутренних стен) заполняется высокопрочным раствором, обеспечивающим их плотный контакт с плоскостью колонн. Омоноличивание стыков обеспечивает требуемые условия передачи горизонтальных нагрузок при натяжении арматуры и пространственную жесткость каркаса.

Наиболее ответственным этапом в технологии производства работ является установка напрягаемой арматуры, ее натяжение и омоноличивание. Комплекс работ включает раскрой и установку пучков, первичное натяжение, инъецирование отверстий в колоннах, вторичное натяжение и омоноличивание швов.

В качестве напрягаемой используется канатная (пучковая) арматура. Ее параметры устанавливаются расчетным путем. Для многоэтажных жилых зданий используются канаты  $\varnothing 15,2$  мм в количестве 2-х элементов. Они устанавливаются в продольном и поперечном направлениях через соответствующие отверстия в колоннах и полостях в стыках между перекрытиями (рис. 9.10). Натяжение и защита канатов от коррозии представляют важнейшие операции для обеспечения надежности и долговечности конструкций.

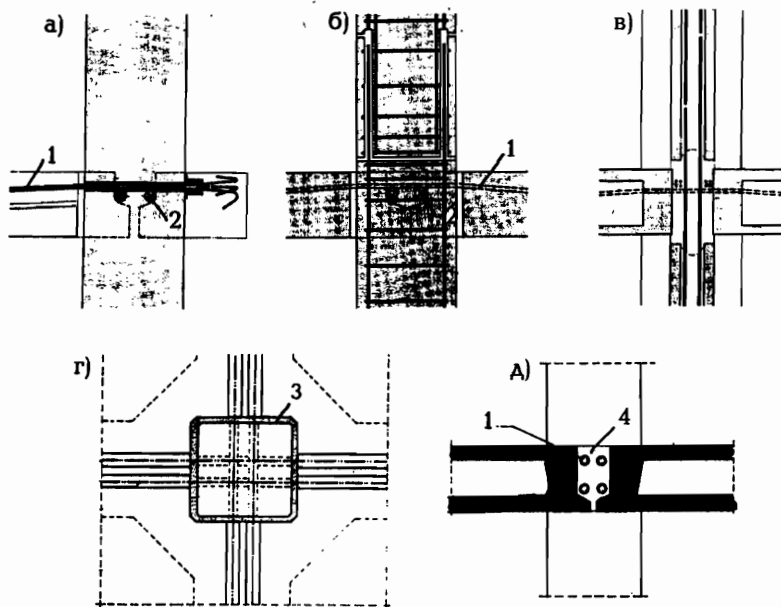


Рис. 9.10. Схемы размещения напрягаемой арматуры в элементах каркаса: а - узел сопряжения колонн, плит перекрытия и бортовых балок; б, в - стыки колонн и размещение напрягаемой арматуры; г - узел сопряжения панелей перекрытия и колонн; д - схема размещения напрягаемой арматуры в стыках плит перекрытия; 1 - поперечная напрягаемая арматура; 2 - продольная; 3 - участок омоноличивания колонн с плитами перекрытия; 4 - монолитный участок сопряжения плит перекрытия

Раскрой пучков осуществляется на специальном стенде. Длина раскроя пучка, напрягаемого с двух сторон, равна расстоянию между внешними поверхностями гильз, увеличенное на длину захвата гидравлического натяжного устройства (пресса). Действительная длина тросов должна быть несколько больше из-за отклонения трассы пучка от прямой линии. Пучки устанавливаются в конструкцию протягиванием через соответствующие отверстия в колоннах. В концах устанавливаются прокладки, гильзы и клинья. Для фиксации канатов используются специальные анкеры. Для пучков, распо-

ложенных в коротком направлении, натяжение осуществляется с одной стороны. В продольном направлении здания пучки натягиваются с двух сторон с помощью двух гидравлических домкратов.

Перед натяжением пучков должен быть выполнен цикл работ по омоноличиванию стыков колонн с плитами перекрытия, а также диафрагмами жесткости. При этом, как отмечалось, должна быть достигнута необходимая прочность соединений. Натяжение пучковой арматуры осуществляется по специально разработанной программе. Она должна содержать данные о последовательности предварительного натяжения, величине усилий в пучках, относительном удлинении, а также о последовательности и применяемых усилиях в отдельных полях. Для производства работ по натяжению используются специальные полуавтоматические гидравлические домкраты С-17 с насосом ПЕ-80 разработки ИМС или НИИЖБ. Гидродомкраты облегченного типа, разработанные НИИЖБ (Амран-12А, Амран-20А и Амран-40А), вес которых составляет от 14 до 45 кг, обеспечивают усилия натяжения от 120 до 450 кН. Они представляют собой механизмы двухстороннего хода и могут использоваться как в малоэтажном, так и многоэтажном строительстве жилых зданий. За одну установку они обеспечивают натяжение арматуры практически на любую длину.

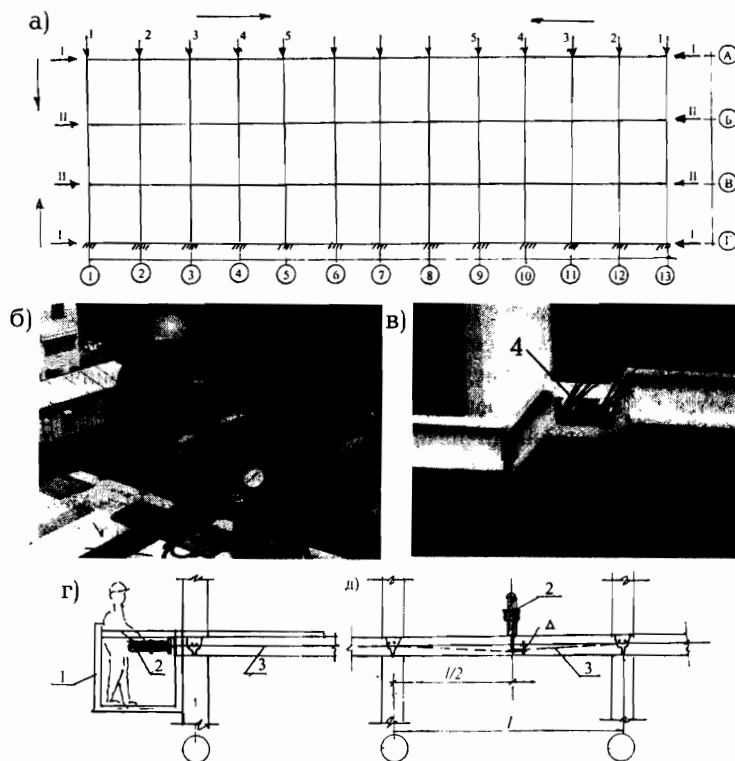


Рис. 9.11. Технология натяжения продольной и поперечной арматуры; а – технологическая последовательность натяжения продольной и поперечной арматуры; б, в – рабочие моменты; г – схема размещения люльки и гидравлического домкрата; д – схема дополнительного натяжения арматуры путем ее опускания; 1 – навесная люлька; 2 – гидродомкрат; 3 – напрягаемая арматура; 4 – гильза

Натяжение пучков осуществляется со специальных навесных подмостей (корзин), на которых размещается рабочий с гидравлическим прессом. Усилие натяжения определяется по данным манометра по результатам предварительной тарировки. После установления прессы на пучок рабочий выполняет операцию захвата и натяжения троса. При этом определяется общее удлинение пучка. Усилие натяжения и удлинение пучка являются общими параметрами, характеризующими цикл натяжения.

При натяжении с короткой стороны здания первоначально осуществляется анкеровка пучков в гильзах и последующее натяжение с противоположной стороны. В данном случае величину удлинения пучков рассчитывают пропорционально его длине.

Технологическая последовательность натяжения арматуры зависит от размеров здания и, как правило, производится симметрично с крайних рядов колонн к центру здания. В такой же последовательности осуществляется натяжение поперечных элементов короткой стороны.

Для более рационального использования эффекта предварительного напряжения применяют двухстадийное натяжение.

Вторая стадия натяжения состоит в опускании напряженного пучка в центре пролета на величину эксцентриситета. Этот прием позволяет увеличить степень натяжения пучков и повысить несущую способность каркаса. Технологический прием дополнительного натяжения осуществляется путем сдавливания пучка вниз до получения необходимого эксцентриситета. Затем производится его фиксация в проектное положение путем установки анкера из стержневой арматуры  $\varnothing 45$  мм в специальное пространство в ребрах перекрытия.

На рис. 9.11 приведены технологические схемы натяжения пучковой арматуры по двум стадиям в продольном и поперечном направлениях здания, а также рабочие моменты натяжения.

Контроль натяжения арматуры проводится двумя способами: по величине давления на манометре насоса и удлинению тросов. Отклонение от расчетных параметров должно быть не более  $\pm 8\%$ . Измерение удлинения производится на каждом пучке. Данные измерений вносятся в акт по производству работ.

Антикоррозийная защита преднапрягаемой арматуры от механических воздействий осуществляется путем инъецирования каналов через колонны, заделкой швов между колоннами и плитами, замоноличиванием швов межканального пространства и обетонированием концевых анкеров.

Защита будет эффективной и долговечной при соблюдении технологического регламента производства работ, составов инъецируемых и бетонных смесей, а также минимальных сроков нахождения элементов напрягаемой системы под воздействием атмосферных осадков. При неблагоприятных климатических воздействиях необходимо применять меры по временной защите пучков.

Применяемые бетонные смеси и инъекционные растворы не должны быть агрессивны к арматуре. Для обеспечения монолитности соединений применяемые смеси должны быть морозостойкими, в процессе твердения увеличиваться в объеме более чем  $1\%$  и обеспечивать проектную прочность не менее 30 МПа.

Процесс устройства наружного стенового ограждения может осуществляться параллельно возведению каркаса здания или после его окончания. Наиболее рациональным является совмещение процессов, т.к. это приводит к значительному сокращению общей продолжительности работ.



Стеновое ограждение может выполняться в сборном варианте с использованием одно- и трехслойных стеновых панелей, из мелкоштучных блоков и кирпича с последующим утеплением и облицовкой. Конструктивной особенностью данной системы является возможность восприятия нагрузок от стенового заполнения на элементы каркаса. Это обстоятельство существенно расширяет диапазон технических решений по устройству наружного ограждения.

Использование различных встроенных систем заводской готовности (блоки сантехкабин, лифтовые шахты, вентблоки и т.п.) повышает индустриальность и снижает продолжительность возведения зданий.

### 9.3 Организационно-технологические основы возведения зданий

Конструктивно-технологические особенности зданий позволяют наиболее эффективно использовать принцип поточного строительства и максимально совместить строительные процессы во времени.

На рис. 9.12 приведена примерная циклограмма производства основных видов работ, свидетельствующая о вариантности создания ритмичных потоков. При этом ведущим процессом является монтаж каркаса здания. Цикл работ на возведение одного этажа составляет 5 рабочих дней. В соответствии с принятым ритмом рассчитываются параметры взаимоуязванных потоков: устройство преднапряженных конструкций и омоноличивание стыков, монтаж наружных стен, работы по внутренней планировке помещений и т.д., что достигается путем расчета требуемого числа рабочих и средств малой механизации.

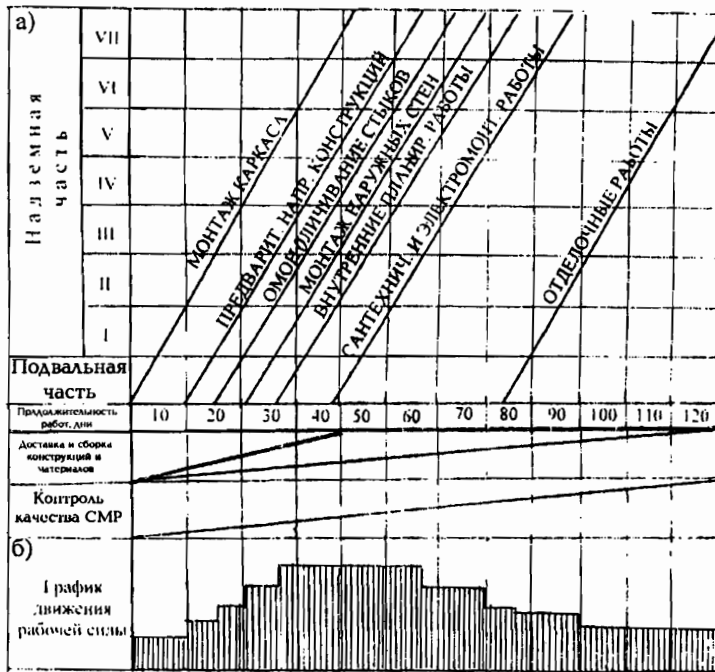


Рис. 9.12. Циклограмма производства строительно-монтажных работ (а) и график (б) движения рабочей силы

Создание ритмичных потоков способствует равномерному распределению рабочей силы, рациональному использованию подъемно-транспортных средств и комплексной

механизации строительных процессов. Особое место в производстве работ отводится пооперационному контролю качества работ. На стадии выполнения строительномонтажных работ ведется непрерывная регистрация параметров, определяющих качество выполнения работ.

Наиболее рациональным является применение данной технологии при возведении жилых зданий повышенной этажности. Для упрощения процессов натяжения арматуры размеры здания в плане принимаются в виде квадрата. Такое решение позволяет не только снизить число типоразмеров конструктивных элементов, но и принять единый цикл натяжения арматуры в продольном и поперечном направлениях.

На рис. 9.13 приведена конструктивно-технологическая схема жилого дома, состоящая из двух блоков высотой 17 этажей с размерами в плане 21,0х21,0 м, двухэтажной вставки таких же размеров, а также фрагмент стройгенплана с привязкой башенного крана.



Рис. 9.13. Фрагмент стройгенплана и конструктивно-технологическая схема жилого дома из двух секций высотой 17 этажей и 2-этажной вставки

Архитектурно-планировочное решение типового этажа представлено на рис. 9.14. Применение сетки колонн размером 4,2х4,2 м позволяет создать достаточно рациональную планировку, а использование балконов и лоджий сложной формы существенно повышает комфортность квартир.

В проекте применено максимальное количество сборных элементов, в том числе объемных блоков лифтовых шахт, сантехкабин, вентиляционных блоков и др. Это обстоятельство позволяет существенно снизить продолжительность работ при формировании внутренней планировки и затраты на отделочные работы. Размер корпуса в плане составляет 21,0х21,0 м. Такие параметры здания можно отнести к разряду широкоярусных, энергоэффективность которых существенно выше.

Основанием является монолитная разрезная фундаментная плита толщиной 600 мм. Используются трехъярусные колонны сечением 40х40 см с шагом 4,2х4,2 м, составные плиты перекрытия для рядовых секций, плиты перекрытия рамной конструкции для лифтовых шахт, лестничных клеток, вентиляционных блоков с отверстиями для пропуска инженерных сетей и т.п. Балконные плиты выполнены прямоугольной формы, а плиты лоджий - сложного очертания. В качестве диафрагм жесткости используются элементы наруж-

ных стен в виде трехслойных панелей толщиной 300 мм, располагаемые в угловых элементах здания (рис. 9.15), сборные перегородки из мелкоштучных элементов.

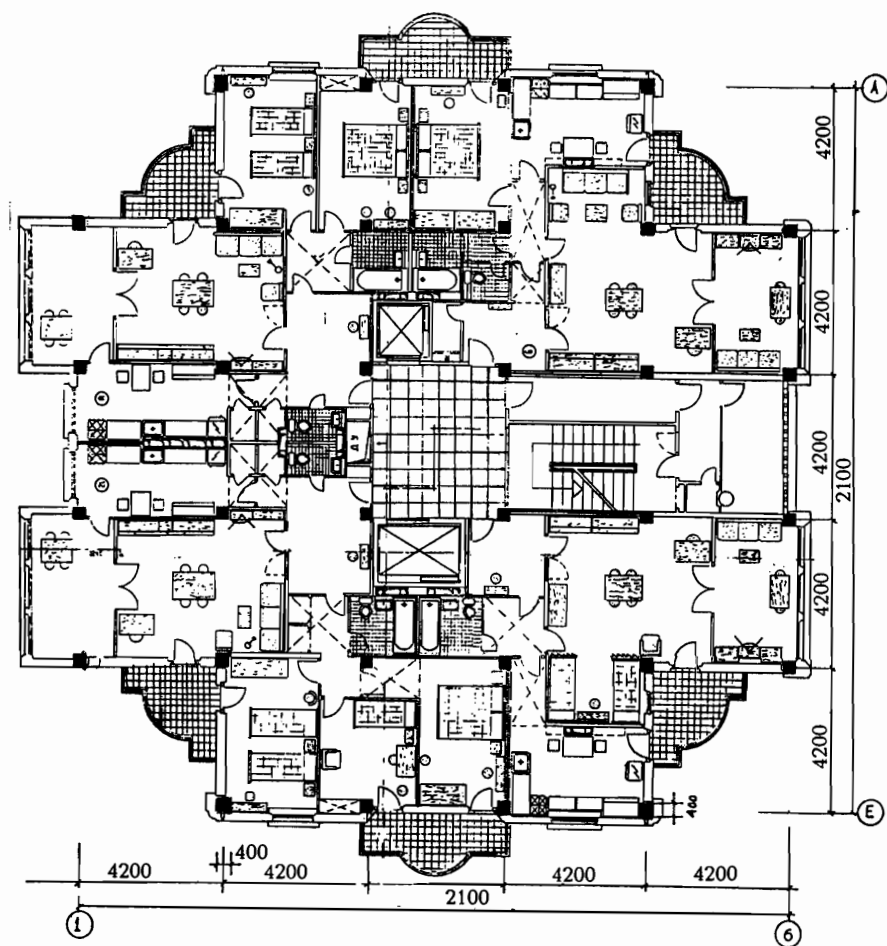


Рис. 9.14. Архитектурно-планировочное решение типового этажа

Конструктивное решение здания в виде отдельных секций позволяет выделить монтажные участки (захватки), равные по размерам. Для выполнения работ первого яруса (подвальный этаж и два этажа надземной части) принимается три захватки. Для вышележащих этажей захваткой служит элемент каждого блока. Одинаковые размеры блоков и вставки позволяют организовать поточную систему производства работ с ритмичным шагом для выполнения нулевого цикла, а также возведения надземной части.

При производстве комплекса монтажных работ используется башенный кран КБ-674 с вылетом стрелы 40 м, высотой подъема крюка 59 м и грузоподъемностью 10 т. Технические параметры крана позволяют осуществлять подъем и установку сборных элементов каркаса.

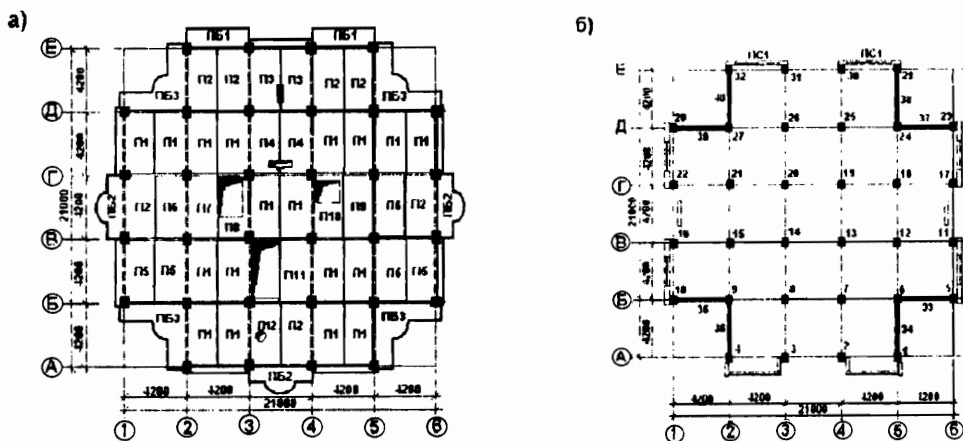


Рис. 9.15. Конструктивно-технологические решения типового этажа: а – схема размещения элементов перекрытия; б – то же, колонн, диафрагм жесткости и наружных стеновых панелей (цифрами показана последовательность монтажа элементов)

Технологическая последовательность производства работ состоит в установке колонн на объем захватки, поэтажном монтаже элементов перекрытия с бетонированием стыков колонн с плитами и швов между плитами, установкой диафрагм жесткости, сборных элементов лестничных клеток, лифтовых шахт и др. Затем осуществляется переход звена монтажников на очередную захватку. Это освобождает фронт работ по установке напрягаемой арматуры, устройству опалубки швов, их бетонированию и тепловой обработке. После натяжения арматуры осуществляется устройство перегородок в соответствии с планировочным решением.

Расчет потоков и подбор состава звеньев осуществляется таким образом, чтобы с минимальными технологическими перерывами осуществлялся непрерывный цикл монтажных работ. Этому способствует разработка технологических карт, где оптимизируются организационно-технологические решения. Для рассматриваемого случая средняя продолжительность возведения типового этажа составляет 8 дней при удельных затратах на  $1 \text{ м}^2$  площади  $1,8 \dots 2,0$  чел.-дн.

При выполнении строительно-монтажных работ значительное место отводится контролю качества работ. Комплекс требований и методы инструментального контроля приводятся в разделе технологических карт и обязательны для практической реализации. Особое внимание отводится контролю степени натяжения арматуры, устройству стыков, контролю интенсивности набора прочности бетона, геометрической точности монтажа сборных элементов и др.

## 9.4. Особенности производства работ при пониженных температурах окружающей среды

Фактором, препятствующим широкому распространению данного метода возведения зданий, является негативное влияние климатических условий на процесс омоноличивания узлов и стыков конструктивных элементов. Известно, что при температуре  $+5^{\circ}\text{C}$  и ниже процесс набора прочности бетонов существенно снижается, а с дальнейшим понижением практически прекращается.

Для обеспечения проектного набора прочности требуется тепловое воздействие не только на укладываемую бетонную смесь, но и прилегающие элементы конструкций. С повышением интенсивности теплового воздействия скорость набора прочности бетоном возрастает, увеличивается адгезия с бетоном сборных конструкций.

Анализ исследований в области производства бетонных работ в зимнее время показывает, что ряд известных технологий может быть адаптирован для условий производства работ рассматриваемой системы. Так, при устройстве стыков колонн с фундаментами возможно применение метода электродного прогрева, обеспечивающего требуемую интенсивность набора прочности бетона стыка или прогрева с использованием теплогенераторов, а также применения греющих кабелей, закладываемых в основание колонн и стенки фундаментов.

На рис. 9.16 приведена двухциклическая технологическая схема прогрева стыка. Первый цикл предусматривает перед укладкой бетонной смеси осуществить прогрев стыкуемых элементов с доведением температуры поверхности конструкций до  $25\text{...}30^{\circ}\text{C}$ . Это обеспечивается путем применения воздушных теплогенераторов, осуществляющих подачу горячего воздуха в ограниченное пространство «тепняка».

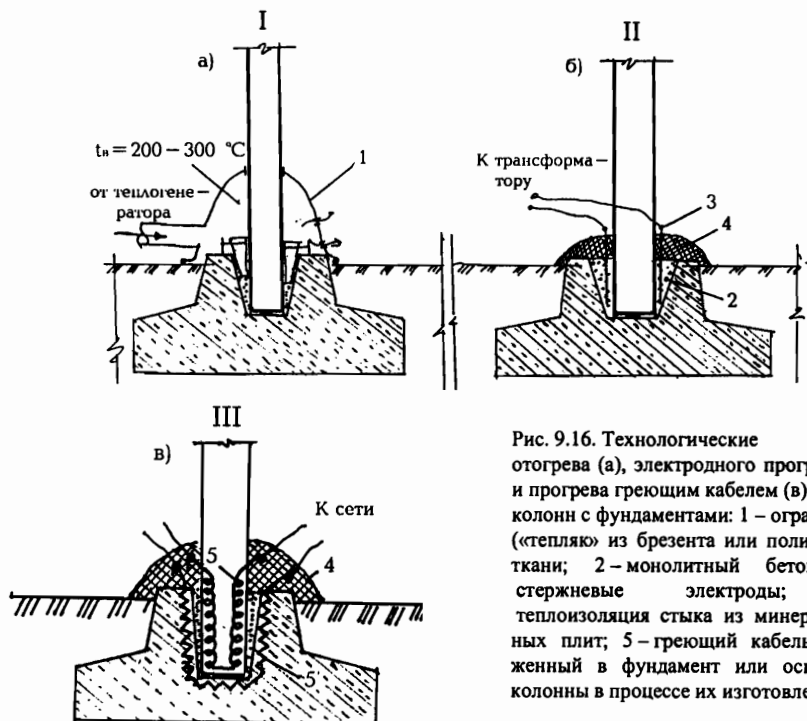


Рис. 9.16. Технологические схемы отогрева (а), электродного прогрева (б) и прогрева греющим кабелем (в) стыков колонн с фундаментами: 1 – ограждение («тепьяк») из брезента или полимерной ткани; 2 – монолитный бетон; 3 – стержневые электроды; 4 – теплоизолирующая стыка из минераловатных плит; 5 – греющий кабель, заложённый в фундамент или основание колонны в процессе их изготовления

При достижении требуемой температуры стыкуемых элементов производится укладка и уплотнение бетонной смеси с последующей тепловой обработкой по данной схеме.

Интенсификация процесса набора прочности стыков может быть достигнута путем использования предварительно разогретых до температуры 60...70<sup>0</sup>С смесей, а также применением метода электродного прогрева.

Как показала практика, наиболее рациональной является комбинированная схема, предусматривающая предварительный отогрев стыкуемых элементов с последующим электродным прогревом смеси.

Более сложными и менее технологичными являются процессы отогрева стыкуемых элементов колонн, узлов сопряжения плит перекрытия с колоннами, стыков плит. Большая протяженность стыковых соединений и высокая теплоемкость бетона требуют принципиально нового подхода к технологии омоноличивания стыковых соединений.

Одним из таких решений является закладка греющих проводов или кабелей в местах стыковых соединений в процессе изготовления колонн (рис. 9.17,а). Возможно размещение греющих элементов в виде спирали по периметру сечения колонны или локально отдельными группами. Вывод коммутирующих проводов позволяет осуществить их подключение к трансформатору и производить нагрев конструкции перед укладкой бетонной смеси. Снижение теплопотерь обеспечивается за счет изоляции элементов стыка эффективным плитным или минераловатным утеплителем.

Для обеспечения ускоренного твердения стыков плит с напрягаемой арматурой (рис. 9.17,б) эффективно применение легкой термоактивной опалубки, что обеспечивает одно- или двусторонний прогрев участка конструкции. Для установки опалубки могут использоваться телескопические стойки и другие приспособления.

В зависимости от температуры наружного воздуха период разогрева стыкуемых элементов может быть достаточно продолжительным. Это объясняется высокой теплоемкостью бетона и соответственно значительным расходом тепловой энергии. При этом необходимо учитывать, что область разогрева не ограничивается размером стыка, а принимается в 2...3 раза большей.

Расчет параметров теплового воздействия осуществляется с учетом необходимой мощности на разогрев прилегающих к стыку элементов, а также изотермический прогрев объема укладываемой бетонной смеси. При этом необходим учет теплопотерь, связанных с несовершенством теплоизоляции стыкуемых элементов.

По известным значениям теплоемкости бетона  $C_b$  и бетонной смеси  $C_{б.см}$ , объема  $V$ , модуля поверхности  $M_n$  и начальных условий ( $t_a$  - температура воздуха,  $t_b$  - температура укладываемого бетона) определяется требуемая мощность на разогрев стыкуемых элементов и прогрев бетона стыка. Укладку бетонной смеси можно проводить при достижении температуры стыкуемых элементов более 20<sup>0</sup>С. Дальнейшее воздействие термоактивной опалубки идет как на последующий нагрев зоны сборных конструкций, так и объема бетонной смеси, уложенной в стыки. Режим теплового воздействия, а также удельная мощность рассчитываются таким образом, чтобы 70 % набора прочности бетона было достигнуто за 24...36 ч. Таким режимам соответствует температура разогрева 60...70<sup>0</sup>С с соответствующей теплоизоляцией, которая достигается за период 8...10 ч, изотермического прогрева в течение 10...12 ч и последующего остывания.

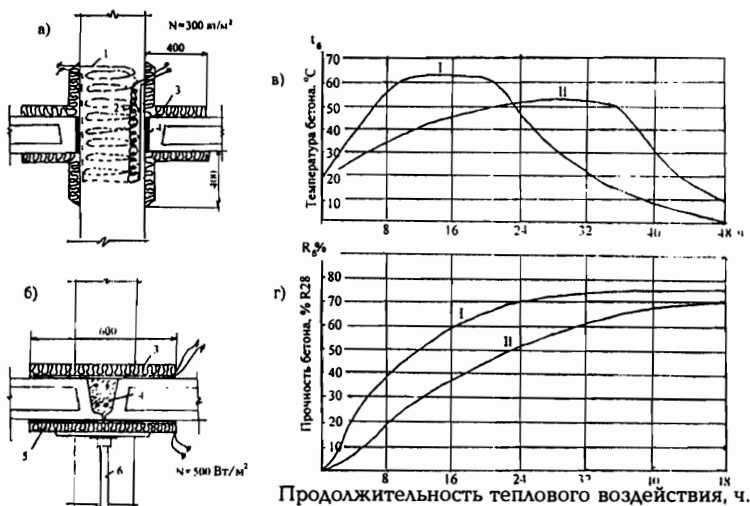


Рис. 9.17. Технологические схемы и режимы прогрева стыкуемых элементов: а - колонн с плитами перекрытий; б - плит перекрытий с напрягаемой арматурой; 1 - греющие провода по периметру колонны; 2 - то же, с периферийным расположением в виде спирали; 3 - утеплитель; 4 - монолитный участок; 5 - термоактивная палуба; 6 - поддерживающие стойки; в - графики нагрева элементов стыков и бетонной смеси; г - интенсивность набора прочности бетона при режиме прогрева I с удельной мощностью 500 Вт/м<sup>2</sup>; и режиме II с удельной мощностью 300 Вт/м<sup>2</sup>

В процессе выполнения работ должен производиться контроль параметров термообработки по характеристике тепловых полей. Соответствие расчетного режима с производственными данными обеспечивает получение требуемой прочности бетона стыков. Кроме технологического температурного контроля осуществляется контроль набора прочности бетоном неразрушающими методами с применением различных конструкций склерометров. Неразрушающий метод контроля, как правило, дает наиболее достоверные показатели физико-механических характеристик.

На рис. 9.17, в, г приведены экспериментальные данные разогрева стыков и набора прочности бетоном при тепловом воздействии с удельной мощностью 500 и 300 Вт/м<sup>2</sup>. Анализ показывает, что требуемая прочность может быть достигнута за период 24...48 ч теплового воздействия и выдерживания с помощью известных зависимостей режимов тепловой обработки и набора прочности бетона возможно достаточно реальное прогнозирование требуемых параметров.

Применение методов разогрева конструкций и приемов тепловой обработки бетона стыковых соединений позволяет распространить прогрессивный метод возведения зданий для всесезонного производства работ и обеспечить требуемое качество стыков и их надежность.

## ГЛАВА 10. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ МЕТОДОМ ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ И ЭТАЖЕЙ

### 10.1. Сущность метода, преимущества и область применения

Возведение зданий методом подъема этажей и перекрытий является одним из перспективных направлений в строительстве, позволяющих комплексно реализовывать положительные качества как сборного, так и монолитного железобетона.

Сущность данного метода строительства заключается в устройстве на фундаментной плите или отдельно стоящих фундаментах направляющих в виде железобетонных или металлических колонн, ядер жесткости или других опорных конструкций, изготовления пакета железобетонных перекрытий на уровне земли, подъеме с помощью домкратов и закреплении плит на проектных отметках, соответствующих положению этажей.

Метод подъема этажей предусматривает после подъема плиты чердачного перекрытия со смонтированным на ней покрытием осуществить на уровне земли монтаж элементов этажа: ограждающих и внутренних стеновых конструкций, лестничных маршей и площадок, санузлов, коммуникаций и др. Готовый к подъему этаж домкратами поднимают на соответствующую отметку и закрепляют на ней. В той же последовательности осуществляют и монтаж очередного этажа.

Принципиальные технологические схемы возведения зданий методом подъема перекрытий приведены на рис. 10.1,а. Они включают этапы возведения фундаментов, установки направляющих колонн, изготовления плит перекрытий, размещения монтажного крана на верхней плите перекрытия, подъема плит на первый и последующий ярусы. При этом используются различные средства механизации в виде крышевого или самоподъемного крана, размещаемого в стволе ядра жесткости или на плите перекрытия. Подъем плит осуществляется электромеханическими подъемниками, размещаемыми на оголовках колонн.

Технологические схемы возведения зданий методом подъема этажей приведены на рис. 10.1,б. Отличие от метода подъема перекрытий состоит в устройстве этажа на плите перекрытия и подъеме его на промежуточную или проектную отметку с последующим подрачиванием этажей. Основой каждого этажа является плита перекрытия, на которой монтируются элементы этажа в соответствии с планировкой.

К числу факторов, определяющих эффективность применения метода подъема этажей и перекрытий, относятся:

- возведение зданий и сооружений с различными, широко варьирующимися объемно-пространственными и архитектурно-планировочными решениями;
- компактность строительных площадок, что весьма актуально при ведении работ в стесненных условиях городской застройки;
- проведение значительной доли работ на уровне земли, позволяющее повысить безопасность производства работ, механизацию производственных процессов, улучшить условия труда;
- сокращение сроков строительства вследствие совмещения смежных строительномонтажных процессов.

Метод подъема эффективно используется для возведения акцентных в градостроительном отношении зданий и обеспечивает возможность строительства зданий при сложном рельефе местности и в стесненных условиях строительной площадки.



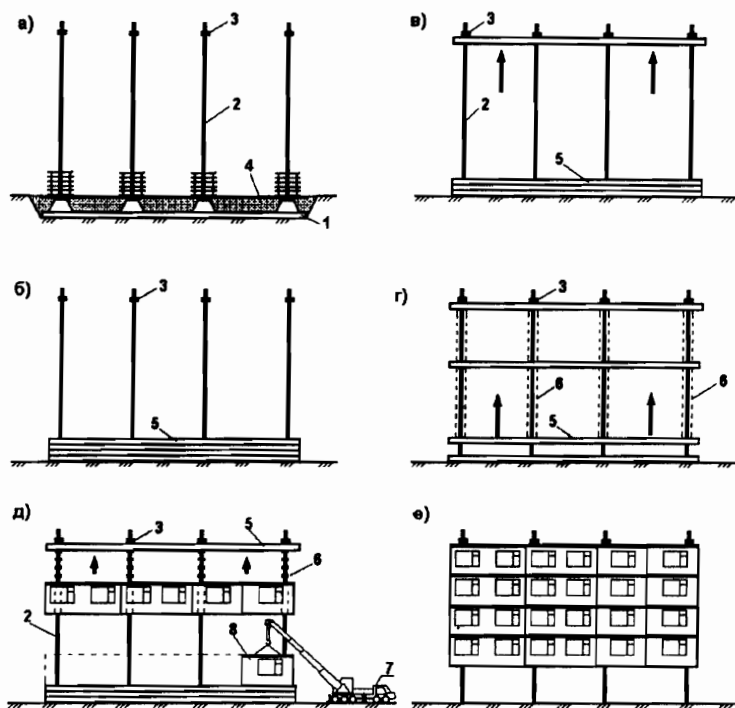


Рис. 10.1. Принципиальные технологические схемы возведения зданий методом подъема перекрытий (а...г) и методом подъема этажей (д,е): 1 - фундаментная плита; 2 - направляющие (колонны); 3 - домкраты; 4 - засыпка основания; 5 - пакет монолитных плит перекрытия; 6 - грузовые тяги; 7 - монтажный кран; 8 - панель стены

Технологические решения, составляющие основу способа, позволяют достаточно просто развивать структуру здания в трех направлениях, образуя свободный каркас, в котором отсутствуют элементы с жесткими габаритами, связанными с модульными сетками. Применение метода подъема рационально при строительстве зданий с крупным шагом колонн, в том числе производственных, к которым в силу технологических особенностей производств предъявляются требования повышенной планировочной гибкости и универсальности. Наибольшее распространение метод подъема перекрытий нашел при возведении жилых и общественных зданий в стесненных условиях городской застройки.

Конструктивно-технологическое решение многоэтажных жилых зданий представляет собой монолитное ядро жесткости, в котором размещаются лифты, лестницы, инженерные сети и др., по периметру которого располагаются несущие колонны и плиты перекрытия. Для развитых в плане зданий возводятся два или три ядра жесткости. Независимое размещение колонн позволяет принять наиболее рациональное их расположение в плане, чем достигается гибкая планировка помещений и различная конфигурация. Ядра жесткости, кроме транспортной функции, выступают в роли вертикальных направляющих для размещения плит перекрытий, обеспечивая высокую пространственную жесткость здания в целом. Они выполняются в виде прямоугольников, круг-

лыми в плане или многоугольниками. Примером могут служить 12...16-этажные одно-, двухсекционные жилые здания с цилиндрическими ядрами жесткости и обстройкой из направляющих в виде колонн с шагом 6,4 м (рис. 10.2). Сложная геометрическая форма плана в виде "трилистника", "креста" или "ромашки" обеспечивает наиболее рациональные планировочные решения и архитектурную выразительность зданий.

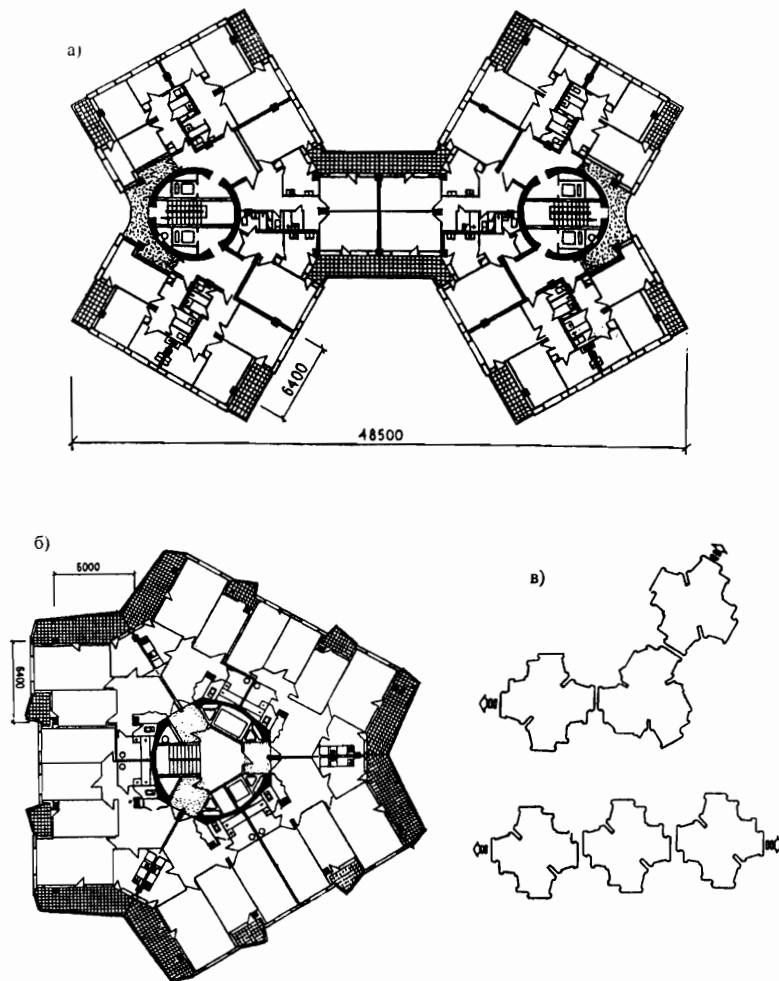


Рис. 10.2. Планы типовых этажей жилых домов и жилых комплексов: а - 12-этажный 132-квартирный жилой дом (г. Душанбе); б - 16-этажный 90-квартирный жилой дом (г. Ереван); в - градостроительные образования криволинейной и линейной форм

Из зданий, возводимых методом подъема, можно создать не только точечные, но и протяженные структуры (рис. 10.2, в). Это позволяет успешно решать различные градостроительные задачи путем создания компактных жилых комплексов и жилых образований различной протяженности.

Сочленение друг с другом различных схем точечных домов позволяет формировать градостроительные образования линейной, ломаной и криволинейной конфигурации.

Типовая технология производства работ и средств механизации позволяет создать ритмичные потоки, что существенно сокращает продолжительность и стоимость возведения зданий.

Метод подъема отличается высокой эффективностью при возведении зданий с наклонными и спиралевидными плитами перекрытий, что повышает актуальность его применения в процессе строительства многоэтажных гаражей, складов, торговых и др. объектов.

На рис. 10.3 приведен пример возведения гаража-стоянки на 350 маш/мест, выполненного методом подъема перекрытий. Наружный диаметр здания составляет 64,0 м. Все перекрытия выполнены наклонными, что обеспечивает их использование в качестве пандусов и стоянок.

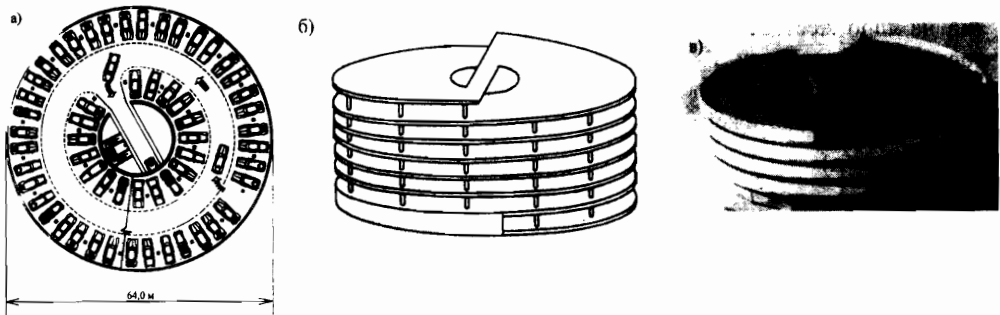


Рис. 10.3. Пример возведения гаража-стоянки на 350 маш/мест методом подъема перекрытий: а - план типового этажа; б, в - общая схема и внешний вид гаража-стоянки

Важной сферой реализации метода является реконструкция зданий и сооружений. В частности, устройство или замена перекрытий в существующих замкнутых объемах: здания, шахты, горные выработки и др. Данная технология позволяет с минимальными трудовыми затратами осуществлять процесс реконструктивных работ. Основным ее преимуществом является возможность производства работ без применения башенных или стреловых кранов, что исключительно важно для условий плотной застройки городов.

В рамках конструктивных решений многоэтажных зданий область применения метода подъема ограничивается зданиями, решенными по одной из двух конструктивных схем:

- пространственно-связевая система, образуемая соединением ядра жесткости с различными вариантами каркаса;
- пространственно-связевая система, восприятие всех нагрузок в которой обеспечивается ядром жесткости.

Первая конструктивная схема может иметь две разновидности:

а) железобетонные плиты перекрытия полностью оперты на колонны, при этом на колонны передаются только вертикальные нагрузки, а восприятие горизонтальных нагрузок осуществляется ядром жесткости. В узлах соединения плит перекрытий с ядром жесткости для снижения динамических нагрузок, в частности сейсмических, могут устанавливаться демпфирующие устройства (рис.10.4,а);

б) железобетонные плиты перекрытий оперты на колонны и ядро жесткости (рис. 10.4,б), что обеспечивает рациональное использование совместной работы конструкций и позволяет снизить материалоемкость решения по сравнению с первой разновидностью схемы.

Вторая конструктивная схема может быть сведена к двум базовым разновидностям:

а) система консольных этажей (рис. 10.4,в), когда вертикальная и горизонтальная нагрузки передаются на железобетонное ядро жесткости в уровне каждого этажа. Консольные пояса выполняются из предварительно напряженного железобетона в виде балок или конструкций коробчатого сечения. Наиболее распространенный вариант конструктивного решения перекрытий основан на применении сталежелезобетонных конструкций, в которых монолитный бетон уложен по стальному профилированному настилу и стальным балкам;

б) система подвесных этажей (рис. 10.4,г), когда вертикальная нагрузка от перекрытий на ядро жесткости передается через систему подвесок, размещенных на верхнем торце ядра жесткости. Разновидностью данной системы является конструктивная схема с промежуточными консольными поясами, воспринимающими нагрузки от нескольких нижних этажей.

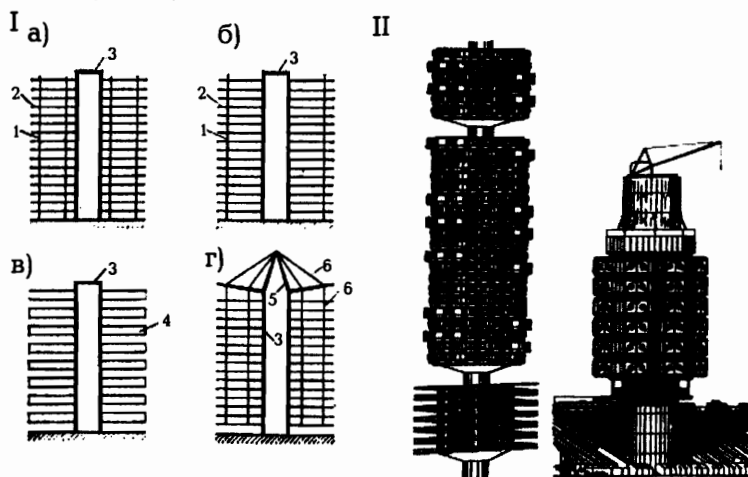


Рис. 10.4. Конструктивные схемы многоэтажных зданий, возводимых методом подъема (I) и проектные решения жилых зданий башенного типа со ствольным ядром жесткости (II): а - при восприятии вертикальных нагрузок колоннами, а горизонтальных - ядром жесткости; б - при восприятии вертикальных нагрузок колоннами и частично ядром жесткости; в - при восприятии вертикальных и горизонтальных нагрузок ядром жесткости на уровне каждого этажа; г - при восприятии вертикальных нагрузок ядром жесткости через верхний оголовок, а горизонтальных нагрузок - ядром жесткости на уровне каждого этажа; 1 - колонна; 2 - плита перекрытия; 3 - ядро жесткости; 4 - конструкция консольного этажа; 5 - конструкция несущего оголовка; 6 - система подвесок

Наибольшее распространение получили конструктивные решения зданий башенного типа со ствольным ядром жесткости, что обеспечивает более высокую надежность

и технологичность возведения высотных зданий. На рис. 10.4.П приведено проектное решение жилого дома башенного типа, в котором основным несущим элементом является ядро жесткости в виде ствола, вокруг которого формируются элементы жилых этажей различной планировки. Процесс возведения состоит в изготовлении перекрытий или полностью готовых этажей и их подъеме на проектную отметку.

Пространственно-связевая система, в которой все нагрузки воспринимаются ядром жесткости, требует высокой культуры таких операций, как регулирование прогибов консольных этажей, последовательное поэтапное предварительное напряжение консолей, специальное производство канатных подвесок, предварительная выборка деформаций подвесок и т.п.

Метод подъема применяют в следующих вариантах: подъем готовых этажей, подъем перекрытий и смешанный (сочетание первых двух способов).

Метод подъема этажей позволяет производить обустройство всех этажей в уровне земли, что обеспечивает снижение трудоемкости работ, снимает ограничения по массе на технологический транспорт, перемещающийся по перекрытию в пределах этажа, а также ограничения по высоте. Этот метод приводит к увеличению продолжительности технологических перерывов на период подъема этажа в проектное положение, так как до окончания подъема не могут быть начаты работы по устройству нижележащего этажа.

Метод подъема перекрытий позволяет совмещать работы по обустройству перекрытий, закрепленных на проектной отметке, с подъемом остальных перекрытий, упрощает решение проблемы обеспечения устойчивости элементов каркаса в период подъема, снижает сроки использования подъемного оборудования. В то же время он накладывает ограничения на массу монтажных механизмов, устанавливаемых на перекрытиях и используемых для монтажа элементов каркаса, ограждающих конструкций, подъема материалов на этаж, а также габариты технологического транспорта, используемого в пределах этажа для возведения и установки сборных перегородок, объемных блоков сантехкабин и т.п.

Выбор конкретного варианта метода подъема осуществляется на основе технико-экономического анализа.

## **10.2. Конструктивные решения основных элементов здания**

Специфика метода подъема определяет конструктивные решения элементов, формирующих каркас здания, и их узлов.

В частности, плиты перекрытий должны быть строго ориентированы в плане относительно вертикальных конструкций, сохранять эту ориентацию в процессе подъема, воспринимать значительные локальные напряжения. Решения стыков плит перекрытия с колоннами должны быть универсальными и обеспечивать как временное, так и постоянное закрепление, что в свою очередь определяет конструкции колонн.

Традиционно перекрытия в зданиях, возводимых методом подъема, - безбалочные. Схемы армирования предусматривают установку арматурных сеток в верхней и нижней гранях плиты с учащенным расположением стержней в надколонных и пролетных полосах.

Для соединения перекрытий с колоннами и обеспечения прочности плит на продавливание применяются стальные воротники, устанавливаемые в опорных зонах (рис. 10.5,а). Воротники изготавливаются из металлопроката (чаще швеллера) в виде замкнутой рамы, внутренние размеры которой соответствуют размерам поперечного сече-

ния колонны с учетом допусков. Воротники выполняют функции направляющих в процессе подъема, а также предусматривают захват плит тягами подъемников, их пропуск при подъеме нижележащих плит.

Стык плиты перекрытия с колонной (рис. 10.5,б) обеспечивает простое и надежное их соединение и восприятие эксплуатационных нагрузок.

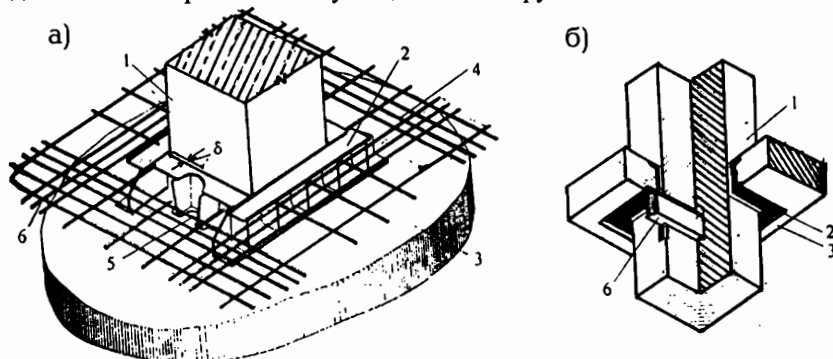


Рис. 10.5. Конструкция соединения плиты перекрытия с колонной: а - конструктивная схема установки воротника в плите перекрытия; б - узел крепления плиты перекрытия с колонкой; 1 - колонна; 2 - воротник; 3 - плита перекрытия; 4 - арматура; 5 - гнездо для захвата тяги домкрата; 6 - закладной штырь

Нагрузка от плиты передается на колонны с помощью стальных штырей, которые устанавливаются в отверстия колонн. Выступающие из колонны концы штырей впоследствии размещаются в толще стен или перегородок.

Колонны постоянного поперечного сечения изготавливаются из бетонов классов В 22,5...В 30, армируются стержневой арматурой периодического профиля или металлическими прокатными профилями. В зонах постоянного и временного крепления плит перекрытий в колоннах предусматриваются сквозные прямоугольные отверстия для пропуска стальных штырей. Зона отверстий дополнительно армируется арматурными сетками для восприятия локальных напряжений, а опорная грань отверстия усиливается стальной пластиной. Расстояние между отверстиями для штырей принимается с учетом толщины пакета одновременно поднимаемых плит, высоты штыря и технологического допуска, необходимого для установки нижних штырей. Для стыковки колонн друг с другом применяются два варианта конструктивных решений: стальные оголовки, свариваемые с использованием накладок из арматурных стержней, и арматурные выпуски, соединяемые посредством ванной сварки. На верхних торцах колонн последнего яруса устанавливаются по четыре анкерных болта, предназначенных для крепления на них инвентарных стальных оголовков, на которые монтируются подъемники для подъема кровельной плиты на проектную отметку.

Длины колонн и число их ярусов определяются технологией их изготовления, транспортирования, монтажа, а также условием обеспечения их устойчивости при продольном изгибе в процессе подъема. Ограничения, устанавливаемые последним требованием, зависят также от вида применяемого подъемного оборудования. Как правило, колонны нижних ярусов (1...2 яруса) изготавливаются на высоту 4...5 этажей, т.е. длиной 12...16 м. Колонны верхних и средних ярусов имеют длины в пределах 7...9 м.

Ядра жесткости представляют собой тонкостенные пространственные железобетонные конструкции, возводимые с применением тяжелых бетонов класса В22,5...В30.

Геометрические параметры ядра определяются из условия обеспечения необходимой прочности и жесткости. Ядра жесткости армируются двумя рядами стержневой арматуры диаметром 12+25 мм. Возможно применение преднапряженных конструкций. В этом случае в качестве напрягаемой арматуры используют стальные канаты.

### 10.3. Технология возведения зданий

Технология возведения зданий методами подъема перекрытий и этажей включает: традиционный цикл нулевых работ; возведение ядер жесткости; устройство пакета перекрытий; поярусный монтаж колонн и подъем перекрытий или этажей; монтаж стенового ограждения и производство работ по внутренней планировке; специальные и отделочные работы.

#### Цикл нулевых работ.

Цикл нулевых работ включает отрывку котлована, устройство сборных или монолитных фундаментов под колонны, монолитных фундаментов под ядра жесткости. Производство работ данного цикла осуществляется с применением землеройной техники, машин и механизмов для выполнения монтажных и бетонных работ, самоходных стреловых и кранов на рельсовом ходу, бетоноукладчиков и бетононасосов.

Отличительной особенностью производства работ нулевого цикла является отсутствие подвальных этажей и необходимость подготовки основания для изготовления пакета плит путем устройства подсыпки и уплотнения грунта до верхней грани фундамента. Особое внимание при этом уделяется получению горизонтальной поверхности с высокими физико-механическими характеристиками поверхностного слоя, достигаемыми за счет уплотнения виброкатками и виброплитами.

#### Возведение ядер жесткости.

Монолитные ядра жесткости бетонируют как самостоятельные конструкции с применением скользящей или подъемно-переставной опалубки. На рис. 10.6 приведены технологические схемы возведения ядер жесткости с применением различных опалубочных систем и технологий. Возведение ядер жесткости в скользящей опалубке не имеет существенных отличий, и бетонирование осуществляется традиционным способом.

При возведении ядер в подъемно-переставной опалубке опорами для опалубки служат трубчатые леса либо шахтный подъемник, располагаемые внутри ствола.

В процессе возведения ядер жесткости как в скользящей, так и в подъемно-переставной опалубках, подача материалов осуществляется малогабаритными кранами, подъемниками или башенными кранами. Для транспортирования бетонной смеси к месту укладки используют бетононасосы с распределительными стрелами, а также производится подача с помощью бадей.

К числу факторов, ограничивающих широкое использование скользящей и подъемно-переставной опалубок для возведения ядер жесткости, относятся необходимость применения специального оборудования и оснастки, а также высокие требования к квалификации рабочих.

Возведение зданий по совмещенной схеме предусматривает установку на кровельной плите пространственной рамы с подвижными щитами опалубки и второй плоской рамы, закрепляемой на колоннах внешнего каркаса, на которой размещается монтажный кран (рис. 10.6,в). Такое решение упрощает процесс возведения ствола, улучшает условия труда и обеспечивает снижение стоимости 1 м<sup>3</sup> железобетона. В то же время

ведение бетонирования одновременно с подъемом перекрытий обуславливает необходимость технологических перерывов в процессе подъема в начальной стадии.

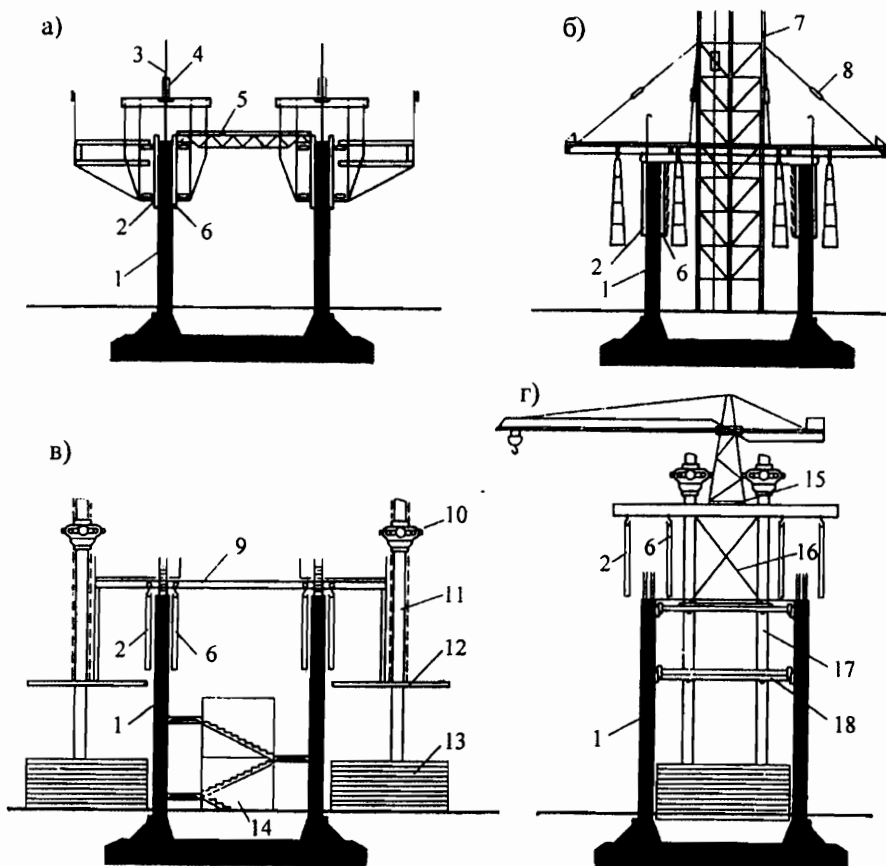


Рис. 10.6. Способы возведения монолитных железобетонных стволов ядер жесткости: а - в скользящей опалубке; б - в переставной опалубке; в - с плиты кровли с помощью домкратного устройства; г - с помощью агрегатного устройства; 1 - ствол ядра жесткости; 2 и 6 - наружные и внутренние щиты опалубки; 3 - опорные арматурные стержни; 4 - специальные домкраты; 5 - рабочие площадки; 6 - опорные стальные трубчатые леса; 8 - ручные тали или рычажные лебедки; 9 - устройство для возведения ствола с плиты кровли; 10 - подъемник; 11 - колонна; 12 - плита кровли в процессе подъема; 13 - пакет плит перекрытий; 14 - элементы лестниц и лифтов внутри ствола; 15 - металлическая платформа с башенным краном; 16 - связи; 17 - внутривольные колонны; 18 - внутривольные плиты перекрытий

Наиболее эффективным является агрегатный способ возведения ядер жесткости. Он позволяет реализовать преимущества, присущие рассмотренным ранее способам (рис. 10.6,г), и основан на использовании внутривольных вертикальных конструкций



в качестве опор несущей рамы, на которой в нижней части установлены подвижные щиты опалубки, а на верхней - монтажный кран. Перемещение рамы по колоннам осуществляется с помощью подъемников.

Агрегатный способ универсален и позволяет возводить ствол ядра жесткости как самостоятельную конструкцию на всю высоту, с опережением подъема на один или несколько этажей.

#### Устройство пакета перекрытий.

По окончании устройства фундаментов и возведения участка ствола ядра жесткости производят засыпку и послойное уплотнение грунта до верхней грани фундамента, после чего устанавливают колонны первого яруса с закрепленными на них воротниками. Количество воротников соответствует числу плит перекрытий.

На спланированном и уплотненном грунте устраивается подготовка толщиной 40+50 мм из цементно-песчаного раствора, по конфигурации в плане соответствующая плитам перекрытий. По контуру подготовки устанавливается инвентарная стальная опалубка. Опалубка выполнена из металлических швеллеров, высота которых равна толщине плит перекрытий. Швеллеры смонтированы с возможностью вертикального перемещения на стальных стойках двутаврового сечения, размещенных по периметру поддона (рис. 10.7).

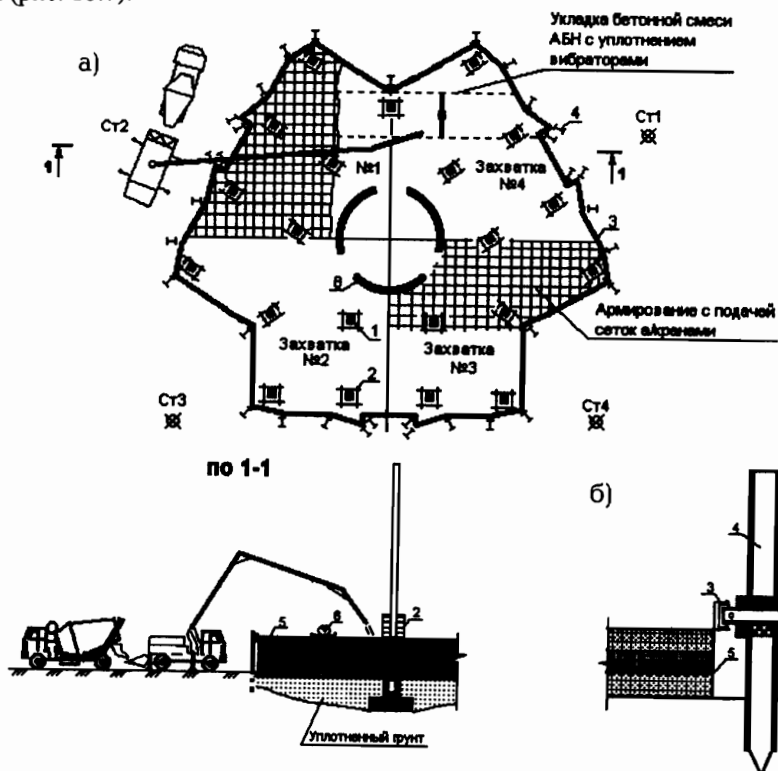


Рис. 10.7. Технология устройства перекрытий: а - устройство опалубки, армирование и бетонирование плит с разбивкой на захватки; б - схема инвентарной опалубки; 1 - колонны; 2 - воротники; 3 - инвентарная опалубка; 4 - стойки по периметру плиты; 5 - монолитная плита; 6 - виброрейка; 7 - автобетононасос; 8 - ядро жесткости

Специфика изготовления пакета плит перекрытий состоит в обеспечении наилучшего режима для укладки, уплотнения и твердения бетонной смеси в крупногабаритных тонкостенных конструкциях плит, устройстве разделительного слоя при изготовлении пакета перекрытий, а также в технологических особенностях, обеспечивающих получение ровных поверхностей, сокращающих затраты труда на доводку при отделке потолков и устройстве полов.

С целью исключения сцепления бетонной смеси, укладываемой в плиту перекрытия, с поверхностью подготовки, а также взаимного сцепления плит по контактным поверхностям наносится разделительный слой, который должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- исключать возможность сцепления твердеющего бетона со свежееуложенным;
- обладать износостойкостью и стойкостью к механическим воздействиям, не повреждаться при укладке арматуры, производстве сварочных работ, перемещении рабочих;
- обладать атмосферостойкостью, а именно: не выходить из строя под воздействием солнечной радиации, не размываться атмосферной влагой;
- обеспечивать благоприятные условия для твердения свежееуложенного бетона, в частности, снизить влагопотери с поверхности плит и перепады температур;
- не нарушать сцепление арматуры с бетоном и не вызывать коррозию;
- обеспечивать непрерывность процесса бетонирования пакета плит перекрытий;
- легко удаляться с поверхности плит или не снижать адгезии отделочных материалов с поверхностью конструкций, не образовывать пятен на поверхностях;
- быть технологичным в производстве, дешевым и экологически безопасным.

Широкое применение получило комбинированное двухслойное разделительное покрытие, состоящее из слоя лакового покрытия на основе лака “этиноль” и слоя известково-соляного раствора. Лаковый слой, образуя гидрофобную пленку толщиной до 0,4 мм на поверхности перекрытия, снижает влагопотери свежееуложенного бетона. Слой известково-соляного раствора толщиной до 1 мм обеспечивает защиту поверхности бетона от перегрева, а лакового покрытия - от механических повреждений. Приготавливается известково-соляной раствор путем разведения в воде гашеной извести с добавлением водного раствора поваренной соли в соотношении по массе: сухая известь 20%, поваренная соль 2%, вода 78%.

Технология устройства разделительного слоя включает: нанесение распылителем на выровненную бетонную поверхность слоя лака “этиноль”, на который через 2-3 часа также распылителем наносится известково-соляной раствор. Продолжительность высыхания раствора в зависимости от температуры воздуха составляет 2-5 часов. В результате на поверхности образуется известковая корка.

После устройства разделительного слоя производят армирование плиты, установку закладных деталей, сварку арматуры с воротниками и закладными деталями, укладку и закрепление канало- и проемообразователей для устройства электропроводки, пропуска коммуникаций и тяг подъемников.

В процессе бетонирования плиты бетонную смесь предварительно уплотняют глубинными вибраторами. После этого уплотнение и выравнивание поверхности плиты производят с помощью виброрейки, перемещаемой по направляющим. Тщательное выравнивание поверхности достигается повторными проходами виброрейки. В случае применения для плит перекрытия бетонных смесей на базе крупного заполнителя после уплотнения и выравнивания поверхности дополнительно обрабатываются одинар-

ными или двойными решетчатыми катками, в результате чего на поверхности образуется тонкий слой растворной составляющей. После набора бетоном прочности, достаточной для восприятия нагрузки от веса рабочих, поверхность сглаживают механическими гладилками. Затем на поверхность плиты наносится разделительный слой. Таким образом производится последовательное бетонирование всего пакета перекрытий.

### Подъем перекрытий.

Подъем перекрытий осуществляется поярусно после достижения бетоном не менее 70% прочности. Используются специальные подъемники, которые устанавливают на оголовки колонн и снабжаются грузовыми тягами, соединенными с элементами перекрытий (воротниками).

Первоначально поднимают кровельную плиту вместе с установленным на ней крапом. После временного закрепления на промежуточных отметках поднимают остальные плиты по 2...3 одновременно. При этом плиты нижних этажей, поднятые на проектные отметки, закрепляют окончательно.

На рис. 10.8 схематически приведены этапы производства работ по подъему перекрытий и наращиванию колонн последующих ярусов при возведении 16-этажного жилого дома. I-IV циклы работ предусматривают подъем и закрепление 1 и 2 перекрытий на проектные отметки и пакетов перекрытия по 3 элемента с временным креплением до отметки 18,2 м. После установки плит осуществляется наращивание колонн второго яруса и перемещение плит на соответствующие уровни. Затем цикл повторяется. При возведении 16-этажного здания используются колонны высотой на 4 этажа, что соответствует четырем ярусам. Последний этап подъема (XII) предусматривает проектное размещение всех плит по высоте с их окончательным креплением.

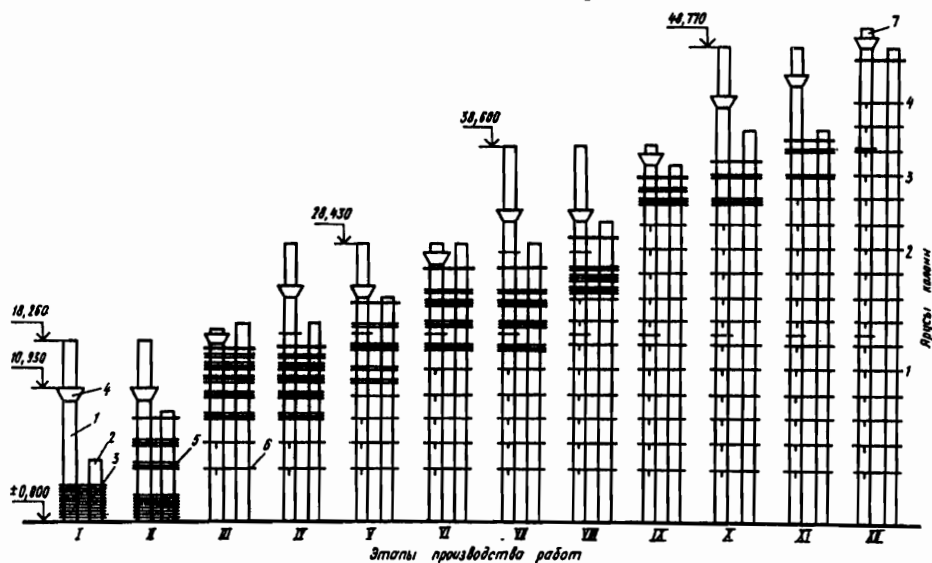


Рис. 10.8. Технологическая схема подъема перекрытий с поярусным наращиванием колонн: 1 - колонна; 2 - стена ядра жесткости; 3 - пакет плит перекрытия; 4 - подъемник; 5 - плиты на промежуточных отметках; 6 - плиты перекрытий на проектных отметках; 7 - временные инвентарные колонны, установленные на вершинах верхнего яруса колонн для монтажа подъемников

Перед подъемом плит в отверстия колонн устанавливают инвентарные защелки, которые служат временной фиксацией. Для постоянного крепления используют закладные штыри и другие конструктивные элементы.

Подъемники устанавливают на оголовки колонн с возможностью перемещения по вертикали. Механические и гидравлические подъемники выполняют грузоподъемностью 20, 20...50, 50...100 т.

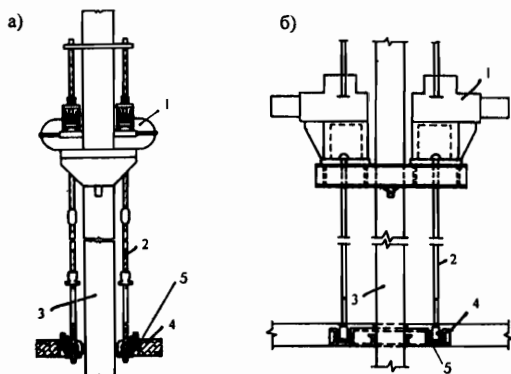


Рис. 10.9. Электромеханические подъемники грузоподъемностью 50 т : а - конструкции Гипростроммаша; б - то же, ПЭТКИ; 1 - элементы подъемника; 2 - грузовые тяди; 3 - колонна; 4 - плита перекрытия; 5 - воротник

На рис. 10.9 приведены два типа подъемников грузоподъемностью 50 т для колонн сечением 40×40 см (а) и переменного сечения (30×30 до 60×60 см) (б). Их техническая характеристика обеспечивает скорость подъема перекрытий до 4 м/ч, скорость самоподъема - до 12 м/ч, опускания грузовых тяд 10...12 м/ч. Число грузовых тяд на один подъемник равно двум.

В качестве грузовых тяд используют гладкие, винтовые, плоские с отверстиями и др. с длиной до 6...8 м. Рабочая поверхность тяд обуславливает применение определенного механизма фиксации монтируемой конструкции в процессе подъема. В частности, при гладких тядях фиксация осуществляется цанговыми захватами,

при винтовых тядях - с помощью гаек, при плоской тяде с отверстиями - с помощью фиксирующих пальцев, вводимых в отверстия тяди.

Жесткие тяди изготавливаются отдельными звеньями, которые могут стыковаться между собой внутренними или наружными соединениями. Внутренние соединения (резьбовые) позволяют получать непрерывную рабочую поверхность составной тяди. Наружные соединения выполняют в виде накладок или муфт.

Выбор подъемников по грузоподъемности производится с учетом конструктивной схемы здания, принятого метода подъема (подъем отдельных перекрытий, пакета, подъем этажей), и соответственно, массы поднимаемой конструкции. Наибольшее распространение получили подъемники грузоподъемностью 20+50 т, обеспечивающие подъем конструкций при сетке колонн до 9×9 м включительно. Подъемники грузоподъемностью 50+100 т и выше применяются, преимущественно, для возведения зданий с консольными этажами.

На рис. 10.10 приведена схема установки подъемников на колоннах, система синхронного управления циклом подъема, электроразводка и др. элементы, обеспечивающие подъем перекрытий с заданным технологическим режимом.

Наиболее важным элементом технологического этапа подъема плит является синхронность работы подъемников, одинаковая скорость перемещения тяд, обеспечение горизонтального положения плит и предотвращение любых форм перекоса. Это достигается методами геодезического контроля уровня расположения подъемников, длиной тяд, методами фиксации тяд к воротникам плит и др. приемами.

При соблюдении перечисленных требований обеспечивается плоско-параллельное перемещение плит и их проектное расположение с фиксацией на колоннах.

Технологические процессы оснащения колонн подъемниками и цикл подъема перекрытий отдельными плитами и пакетами в условиях производства приведены на рис. 10.11 в процессе возведения 9-этажного жилого дома сложной конфигурации плана. Рассматриваемая технология предусматривает опережающее возведение ядер жесткости, поярусное наращивание колонн и подъем перекрытий на проектные отметки.

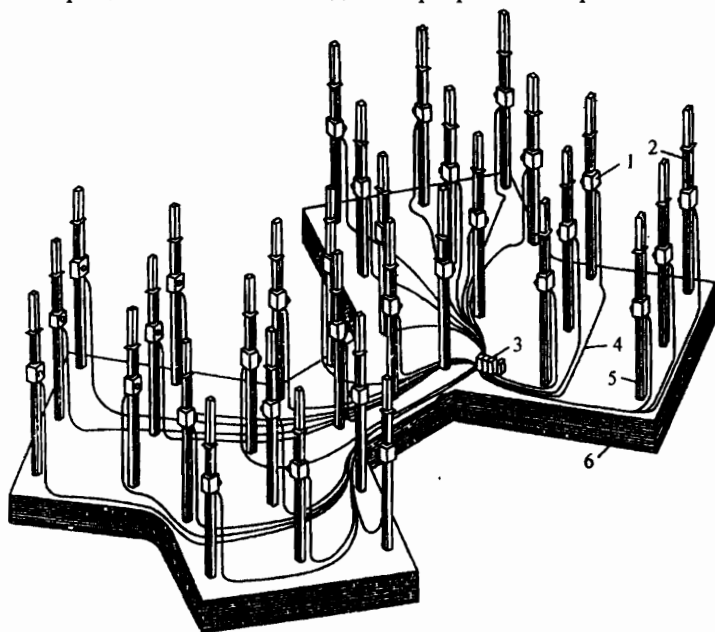


Рис. 10.10. Схема электромеханического подъемного оборудования на строительстве 12-этажного жилого здания: 1 - электромеханический подъемник; 2 - грузовые тяги; 3 - пульт управления; 4 - электрокабель; 5 - колонна; 6 - пакет плит перекрытий

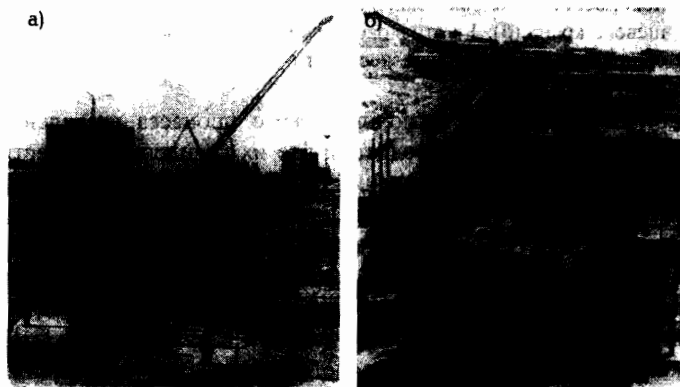


Рис. 10.11. Общий вид строительной площадки при изготовлении пакета плит перекрытий (а) и их подъема (б)

### Монтаж наружных ограждающих конструкций.

Технологический цикл возведения ограждающих конструкций осуществляется после подъема и закрепления плит перекрытия на проектных отметках. В качестве ограждающих конструкций используются одно- и трехслойные стеновые панели различной разрезки высотой на один или два этажа, панели облицовки из архитектурного бетона с последующим устройством утепляющего слоя из мелкоштучных и теплоэффективных блоков, многослойной кирпичной кладки с прослойкой эффективного утеплителя в виде минераловатных полужестких плит или пенополистирола.

Возведение ограждающих конструкций из изделий заводской готовности осуществляется с применением грузоподъемных механизмов. Как правило, ограждающие конструкции нижних этажей монтируются с применением стреловых кранов при их движении по периметру здания. Наружные стеновые панели вышележащих этажей монтируются с применением крышевых кранов или самоподъемного крана, располагаемого в ядре жесткости.

На рис. 10.12. приведены технологические схемы монтажа наружного стенового ограждения с применением различных грузоподъемных средств.

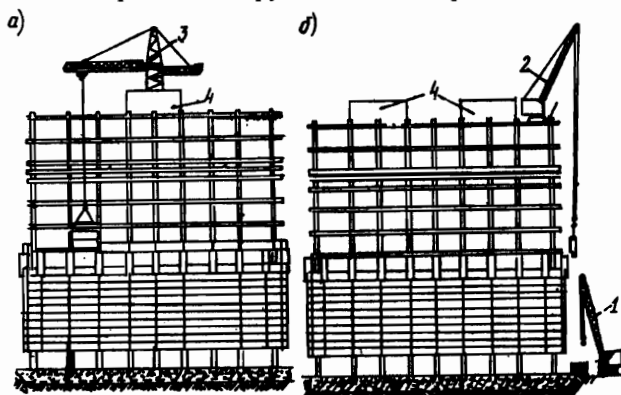


Рис. 10.12. Схема монтажа наружного стенового ограждения с использованием: поворотного оголовка башенного крана на ядре жесткости (а) и крышевого крана (б): 1 - стреловой кран; 2 - крышевой кран; 3 - оголовок башенного крана; 4 - ядра жесткости

Отличительной особенностью технологического процесса возведения ограждающих конструкций является то обстоятельство, что их крепление осуществляется с помощью закладных или болтовых соединений к плитам перекрытия. Поэтому точность установки и изготовления плит перекрытий существенно влияет на качество работ при монтаже ограждающих конструкций. Процесс монтажа стеновых панелей осуществляется по захваткам с горизонтально-вертикальной схемой последовательности их установки. Для обеспечения устойчивости монтируемых элементов и приведения их в проектное положение применяются системы подкосов и оттяжек. Горизонтальные и вертикальные стыки изолируются путем устройства герметизирующих прокладок и расшивки швов эластичными мастиками. При использовании сборных ограждающих конструкций различной разрезки требуется создание дополнительного каркаса из металлических стоек и прогонов, размещаемых на внутренней грани плит перекрытий. Такое

решение позволяет существенно разнообразить архитектурную выразительность фасадов. В то же время снижение габаритов сборных элементов наружных стен приводит к повышению трудоемкости работ и увеличению затрат машинного времени.

Для повышения архитектурной выразительности фасадов используются облицовочные панели из архитектурного бетона (рис. 10.13). Они являются элементами, защищающими от атмосферных осадок стеновое ограждение и придающими фасадам индивидуальность. Наиболее рационально использовать облицовочные панели размером на высоту этажа с разрезкой, кратной расположению оконных проемов. Их монтаж осуществляется традиционным методом с креплением на элемент перекрытия и стойки. После их установки осуществляется теплоизоляция плитным материалом и устройство кладки из легкобетонных блоков или кирпича. Эти работы ведутся, как правило,

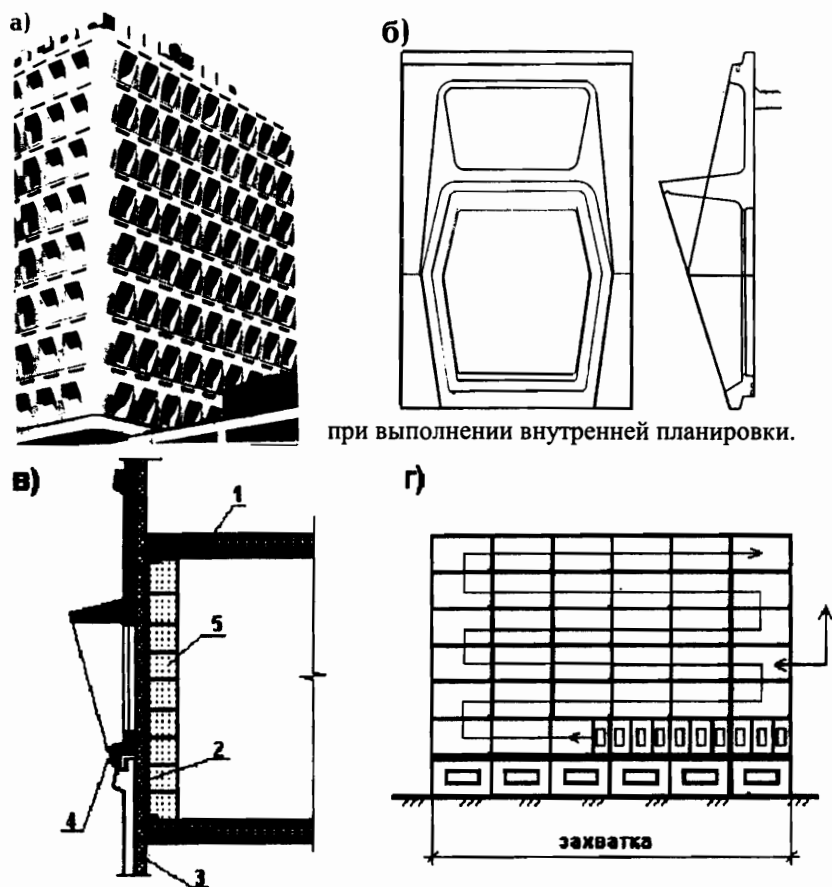


Рис. 10.13. Технология устройства фасадов с применением облицовочных панелей из архитектурного бетона: а - общий вид фасада; б - конструктивное решение облицовочной панели; в - конструктивное решение ограждающей конструкции; г - технологическая последовательность монтажа облицовочных плит: 1 - плита перекрытия; 2 - металлическая стойка; 3 - утеплитель; 4 - облицовочная панель

Производство работ по устройству внутренних стен, перегородок, специальных и отделочных работ осуществляется специализированными объектными потоками по двух- и трехстадийной технологии. Эти работы требуют большого количества материалов, и доставка которого осуществляется приставными грузопассажирскими подъемниками или грузовыми лифтами. Распределение материалов по этажу производится с применением специальной техники: электрокарами, грузовыми мотороллерами и тележками.

#### 10.4. Комплексный процесс возведения зданий

Возведение каркаса надземной части зданий при использовании метода подъема этажей и перекрытий осуществляется по одной из трех организационно-технологических схем: раздельной, совмещенной и комбинированной.

При раздельной схеме бетонируют ядра жесткости и пакет плит перекрытий (бетонирование может производиться как одновременно, так и последовательно). Затем приступают к подъему перекрытий и монтажу колонн второго и последующих ярусов. Раздельная схема применяется для возведения зданий методами подъема и перекрытий, и этажей, а также в случаях бетонирования предварительно напрягаемых ядер жесткости. Работы последовательно выполняют две комплексные бригады: бригада по бетонированию конструкций и бригада по подъему и монтажу конструкций. На рис. 10.14 приведены технологические схемы производства работ, когда отдельными потоками осуществляется возведение ядер жесткости и плит перекрытий. При этом подача и укладка бетонной смеси производится бетононасосным транспортом через распределительную стрелу на рабочей площадке ядра, а подача арматуры - с помощью грузопассажирских подъемников (10.14,а,б). Раздельный метод предусматривает также использование самоподъемного крана в стволе шахты (рис. 10.14,в), который осуществляет подачу материалов как при бетонировании плит, так и при возведении монолитных ядер жесткости.

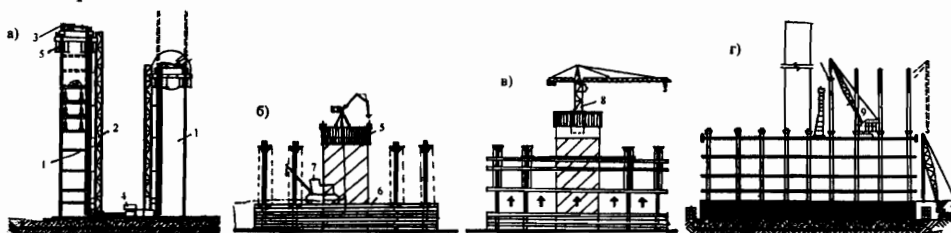


Рис. 10.14. Технологические схемы производства работ по возведению ядер жесткости, бетонированию пакета плит перекрытий и их подъему раздельным методом: а - возведение ядер жесткости; б - возведение ядер жесткости и плит перекрытия; в - возведение ядер жесткости и подъем плит первого яруса с применением самоподъемного крана; г - монтаж колонн второго яруса с применением стрелового крана

По окончании производства работ по устройству монолитных конструкций осуществляется цикл подъема перекрытий первого яруса, монтаж колонн второго и последующих ярусов. В качестве средств механизации возможно использование самоходного крана на перекрытии верхнего этажа или самоподъемного крана (рис.10.14,в,г).



Раздельный метод производства работ предусматривает первоначальное возведение ядер жесткости и последующее изготовление пакета плит перекрытий. При этом в зависимости от архитектурно-планировочных решений, высоты здания и уровня стесненности строительной площадки могут использоваться различные средства механизации: кран на гусеничном ходу; два башенных крана; самоподъемный кран, располагаемый во внутривольном пространстве ядра жесткости; башенно-стреловой кран.

Совмещенная схема производства работ предусматривает бетонирование ствола ядра жесткости на высоту первого яруса и пакета плит перекрытий, после чего приступают к последовательному подъему пакета плит с одновременным бетонированием участка ядра жесткости высотой на этаж и наращиванием колонн. Данная организационно-технологическая схема применяется при возведении зданий методом подъема перекрытий. Осуществляет работы одна комплексная бригада.

Комбинированная схема возведения каркаса здания используется в тех случаях, когда ядра жесткости армируются жесткой арматурой, формирующей конструкцию, способную самостоятельно воспринимать вертикальные и горизонтальные нагрузки. При данной организационно-технологической схеме производства работ первоначально монтируется жесткая арматура ядра на всю высоту, бетонироваться первый ярус ядра жесткости и пакет плит перекрытий. На втором этапе приступают к подъему пакета плит перекрытий и ярусному бетонированию ядра жесткости. Высота яруса принимается равной высоте этажа. Одновременно с бетонированием производят монтаж колонн. Работы выполняют одна специализированная (монтаж жесткой арматуры) и две комплексные бригады.

К монтажу панелей наружных стен, устройству перегородок, комплексу работ по обустройству помещений, включая отделочные, к специальным работам приступают в период подъема перекрытий.

Организационно-технологическая последовательность производства работ по возведению здания методом подъема перекрытий приведена на рис. 10.15, на примере календарного графика производства работ по возведению 16-этажного жилого дома (рис. 10.16).

Опыт возведения жилых и общественных зданий методом подъема перекрытий в г. Москве, Алма-Ате, Ереване, Симферополе показал, что данная технология конкурентоспособна, имеет значительный неиспользованный потенциал дальнейшего развития. Так, переход на металлические направляющие и более совершенное оборудование электромеханических подъемников существенно упрощает цикл подъема перекрытий, а использование современных технологий монолитного строительства позволяет снизить трудоемкость и продолжительность работ при возведении ядер жесткости и устройстве пакета перекрытий.

На рис. 10.17 приведены рабочие моменты возведения 14-этажного административного здания в г. Москве. Здание состоит из двух секций, каждая из которых имеет соб-

ственное ядро жесткости, которое служит элементом, создающим пространственную жесткость здания, обеспечивающим расположение средств вертикального подъема (лифтовые шахты, лестничные клетки), а также размещение инженерных сетей (вентиляционных шахт, электро, водо, газоснабжения и т. д.).

Проект возведения здания включает многоцикличные технологии и разделен на четыре основных цикла: возведение подземной части, включая фундаменты ядер жесткости; возведение ядер жесткости в скользящей опалубке; бетонирование пакета плит; подъем их на проектные отметки; работы, связанные с внутренней планировкой помещений; устройство ограждений из панелей наружных стен; отделочные и специальные работы.

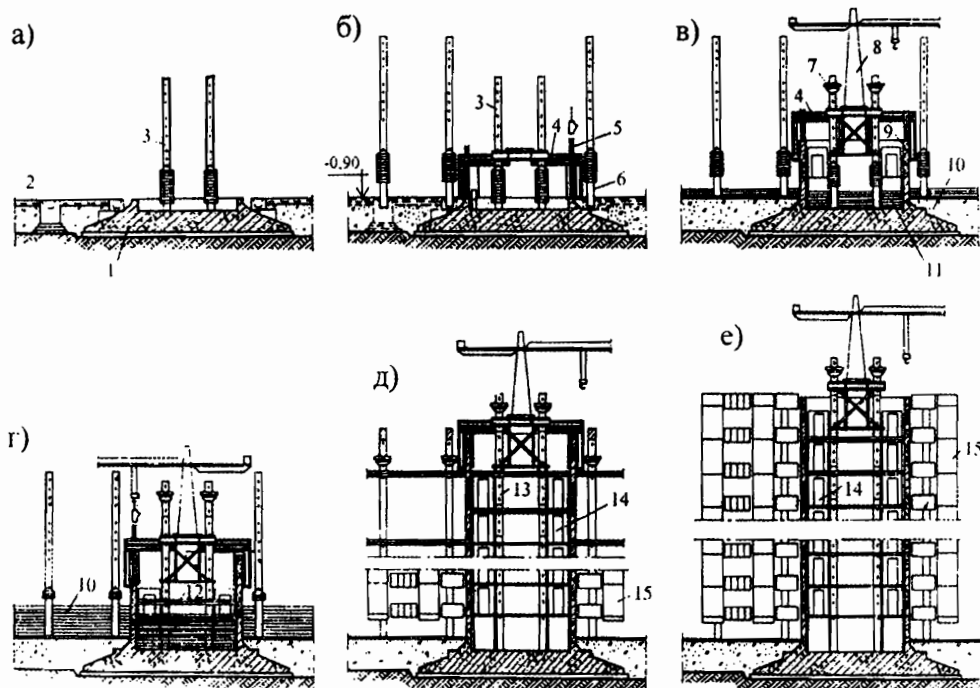


Рис. 10.15. Последовательность выполнения строительно-монтажных работ: а...е - этапы возведения здания; 1 - фундамент ядра; 2 - фундамент под отдельно стоящую колонну; 3 - внутривольная колонна с нанизанными воротниками; 4 - подкрановая платформа агрегатного устройства; 5 - арматурный каркас ствола; 6 - колонна каркаса здания; 7 - подъемник; 8 - башенный кран СКК-5-20; 9 - ствол ядра жесткости; 10 - пакет плит перекрытий здания; 11 - пакет внутривольных плит перекрытий; 12 - две внутривольные плиты, поднимаемые до уровня нижних связей агрегатного устройства; 13 - внутривольные колонны верхних ярусов; 14 - элементы конструкций лестниц и лифтов; 15 - ограждающие конструкции этажей здания

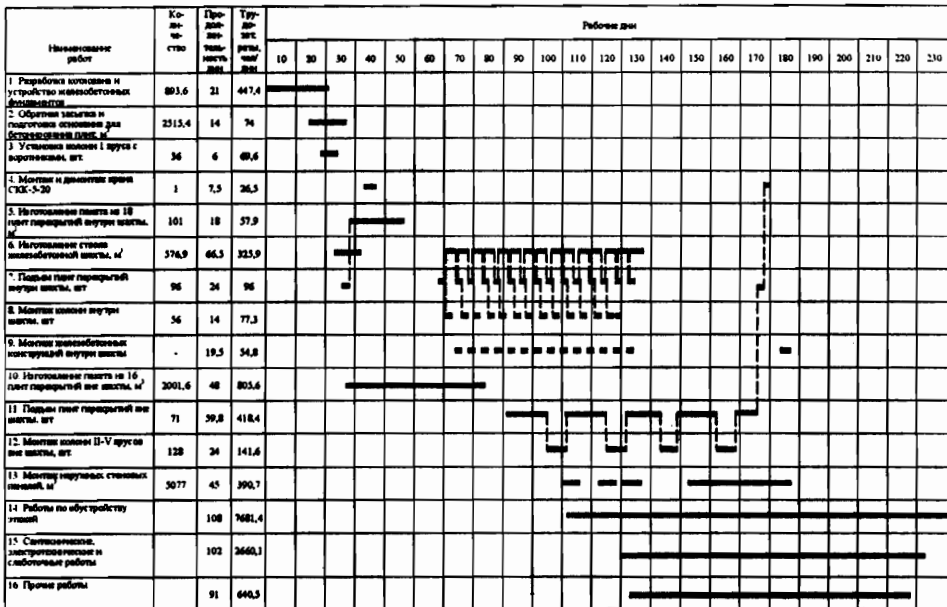


Рис. 10.16. Календарный график производства работ по возведению 16-этажного 90-квартирного жилого дома

Захваткой служит каждый блок здания, что позволяет осуществлять совмещение процессов и поточную технологию производства работ при выполнении основных и вспомогательных циклов.

Оценка технологической эффективности данного метода возведения здания показала, что при достаточно высокой технологичности строительных конструкций имеет место ряд позиций, требующих более совершенных технологий.

К ним относится: интенсивное устройство пакета монолитных перекрытий с обработкой поверхностей, готовых к отделочным работам; использование индустриальных конструктивно-технологических решений по устройству внутренних перегородок, наружных стеновых панелей с укрупненным модулем, различной геометрической разрезкой и повышенной архитектурной выразительностью; усовершенствованные методы монтажа инженерных сетей; индустриальные технологии производства отделочных работ и др. Дальнейшее совершенствование данного метода будет способствовать более широкому его распространению при возведении зданий различного технологического назначения в стесненных условиях городской среды.

Технологические особенности возведения зданий методом подъема этажей, кроме общих циклов, присущих методу подъема перекрытий, включают процессы по устройству конструктивных элементов этажа полной готовности. Основанием для этажа служат плиты перекрытия, на плоскости которых осуществляются строительномонтажные работы: монтаж внутренних и наружных стен, перегородок, блоков сантехкабин, сантехнические, электромонтажные и частично отделочные работы. Окончание цикла обустройства этажа служит началом его подъема на проектную отметку.

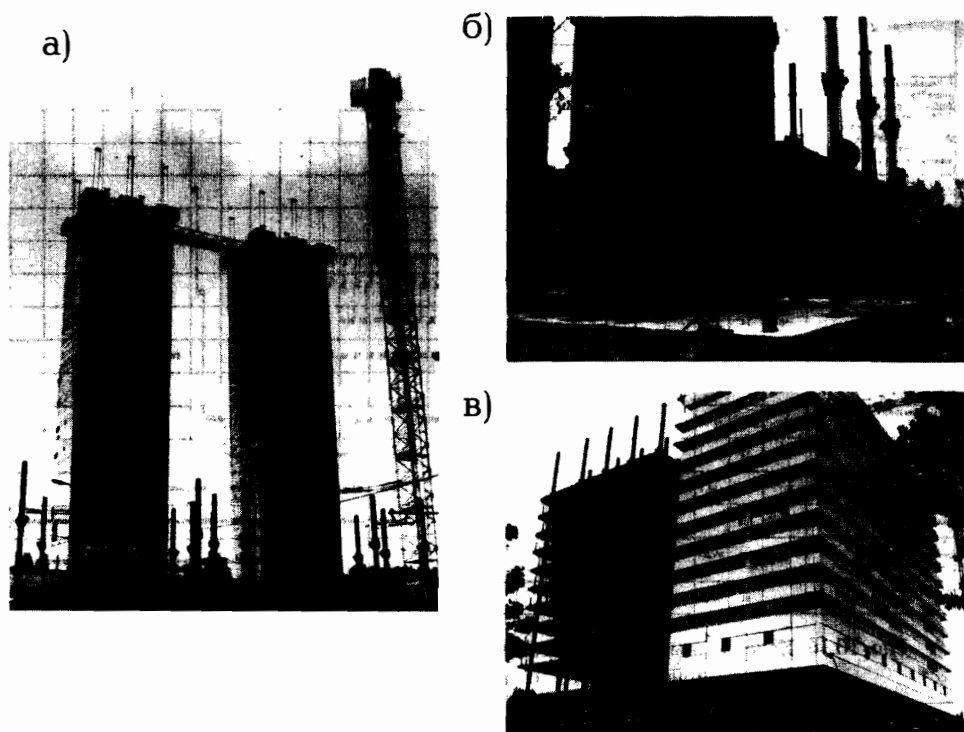


Рис. 10.17. Возведение административного здания методом подъема перекрытий (г. Москва): а – возведение ядер жесткости в скользящей опалубке и подъем плиты верхнего этажа; б – подъем плит перекрытия первого яруса; в – общий вид здания в процессе монтажа стенового ограждения (секция-1) и окончание процесса подъема перекрытий (секция-2)

Как показала практика, возведение этажей на уровне пакета перекрытий с последующим подъемом, не снижает трудозатрат и не способствует повышению качества работ вследствие стесненности рабочей зоны и отсутствия специальных средств механизации. Увеличение массы перемещаемого этажа требует применения более мощных подъемников, направляющих и специальных устройств для временного крепления на промежуточных отметках. Поэтому возведение зданий методом подъема этажей не нашло широкого применения в строительной практике.

# ГЛАВА 11. ВОЗВЕДЕНИЕ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

## 11.1. Типы промышленных зданий и системы их унификации

Современные одноэтажные промышленные здания бывают одно-, двух- и многопролетные, ячейковые и зальные; крановые и бескрановые; отапливаемые и неотапливаемые; с естественным, искусственным и совмещенным освещением; с естественной или механической вентиляцией и др.

Из-за относительной дешевизны, возможности применять разреженную сетку колонн и передавать нагрузки от оборудования непосредственно на грунт наиболее распространены одноэтажные полносборные здания площадью 3...20 тыс.м<sup>2</sup>. Здания обычно строят с железобетонным каркасом, прямоугольного очертания в плане, без перепадов высот, с пролетами одного направления (рис. 11.1, 11.2).

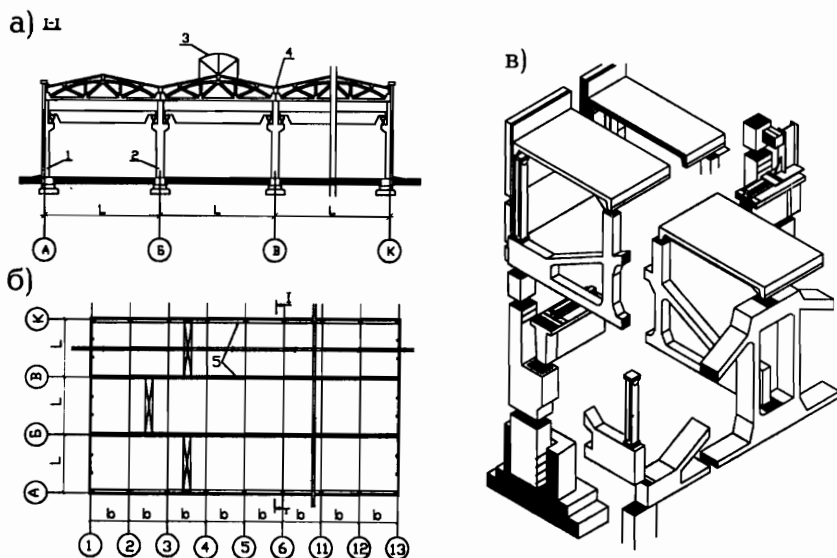


Рис. 11.1. Конструктивно-технологическая схема одноэтажного промздания с железобетонным каркасом: а - разрез; б - план; в - узлы и сопряжения; 1, 2 - колонны крайняя и средняя; 3 - фонарь; 4 - внутренний водосток; 5 - оси крановых путей

Количество, расположение и размеры пролетов, высота и объем здания, сетка колонн и другие характеристики, влияющие на характер выполнения монтажных работ, определяются технологическими процессами производства. На основе статистического анализа разработаны универсальные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, позволяющие размещать различные группы производств, имеющих сходные условия организации производственных процессов и предъявляющих одинаковые или близкие требования к строительным решениям зданий.

Объемно-планировочные решения таких зданий позволяют реконструировать технологию производственных процессов в период эксплуатации, т.е. обладают гибкостью. Для них разработана единая система унификации, установлено ограниченное число взаимосочетаний параметров - так называемых габаритных схем. Размеры пролетов связаны с определенными высотами и шагом колонн, надкрановыми габаритами и грузоподъемностью кранов. Разработана модульная система, основанная на планировочном модуле 0,5 м и высотном - 0,6 м. Все элементы ограждения и покрытия одноэтажных зданий кратны номинальным размерам этих или укрупненных модулей: планировочного - 6 м, высотного - 1,2 м.

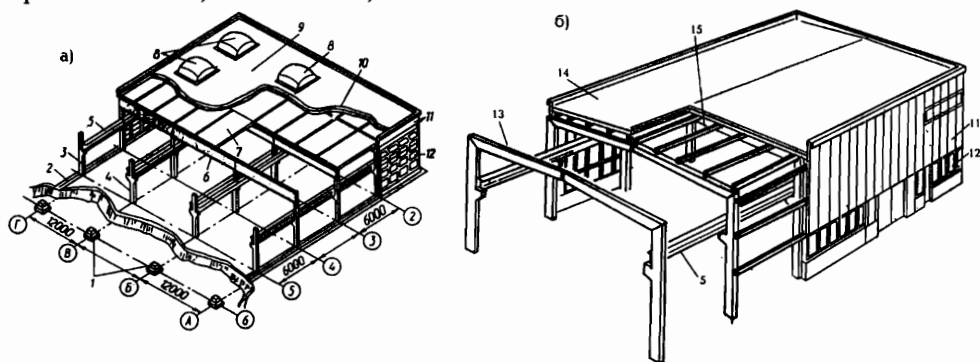


Рис. 11.2. Производственные одноэтажные здания: а - со стропильными балками в покрытии; б - с несущими рамами; 1 - фундаменты; 2 - фундаментные балки; 3, 4 - колонны крайнего и среднего рядов; 5 - подкрановые балки; 6 - балки покрытия; 7 - плиты покрытия; 8 - зенитные фонари; 9 - воронка водостока; 10 - рулонное покрытие кровли; 11 - панели стен; 12 - оконные переплеты; 13 - рама; 14 - кровля по профилированному настилу; 15 - прогон

Большинство производственных площадей одноэтажных зданий строится из типовых деталей, по типовой проектной документации. Наиболее массовыми являются бескрановые здания пролетом 12...24 м, высотой 6,0...9,6 м и здания с мостовыми кранами пролетом 18 и 24 м, высотой 10,8...13,2 м.

В связи с массовым производством унифицированных 6-метровых стеновых и оконных панелей в крайних рядах колонн чаще применяется 6-метровый шаг за счет установки дополнительных стоек фахверка. В средних рядах, в целях эффективного и маневренного использования производственных площадей, наиболее распространен 12-метровый шаг колонн.

Пролеты перекрываются плоскими плитами длиной 12 м или 6-метровыми плитами по подстропильным фермам. Несущий каркас в виде железобетонных рам, образованных защемленными в фундаментах колоннами и шарнирно опирающимися на них стропильными фермами или балками, обеспечивает поперечную жесткость здания. Продольная жесткость создается подкрановыми балками и подстропильными фермами совместно с жестким диском, образующимся после сварки и замоноличивания стыков плит.

Для этих же целей в среднем шаге температурного отсека по всем колоннам могут устанавливаться стальные связи: крестовые - при шаге колонн 6 м и порталные - при

шаге колонн 12 м. В бескрановых зданиях для обеспечения продольной жесткости по колоннам устанавливаются горизонтальные связи.

Перекрытие ячейковых зданий осуществляется пространственными конструкциями: оболочками, структурными системами, шедами и т.п., что позволяет увеличить шаг внутренних колонн до 36 м. Пролеты зальных зданий до 100 м и более перекрываются облегченными фермами из высокопрочных сплавов, вантовыми конструкциями, арками и оболочками.

Особенностью таких типов зданий является планировка с сеткой колонн от 18×18 до 60×60 м. Разработаны квадратные или круглые в плане модули. Технологические крановые нагрузки передаются на основания независимо от строительных конструкций с помощью установки напольных башенных или козловых кранов (рис. 11.3).

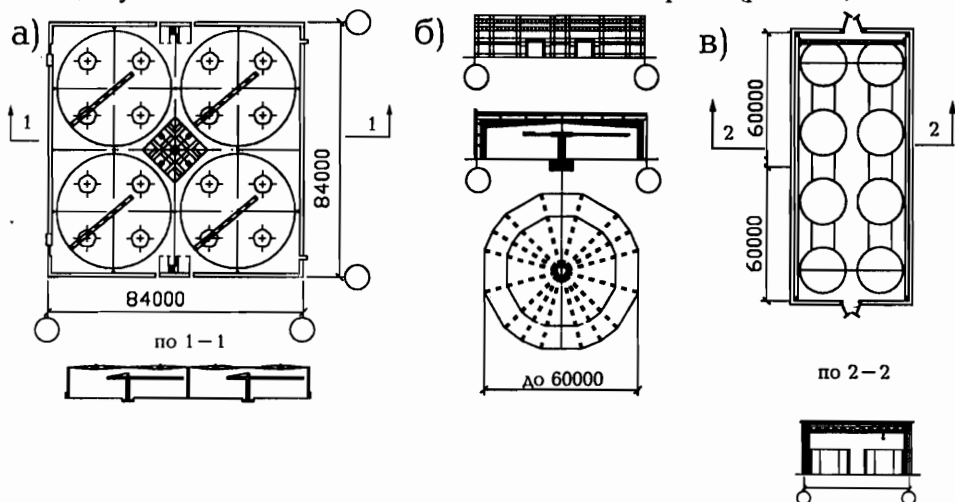


Рис. 11.3. Промышленные здания зального типа с технологическими кранами: а – башенным с вылетом стрелы 20 м; б – то же с вылетом стрелы 30 м; в – козловым на пролет 60 м

В зонах, свободных от технологического процесса, или на межферменных этажах методом комплектно-блочного монтажа размещаются системы жизнеобеспечения зданий, в т.ч. бытовые помещения.

## 11.2. Характеристики основных сборных конструкций

На основе унифицированных параметров выпускаются сборные типовые строительные конструкции и детали с ограниченным числом типоразмеров. В действующую и перспективную номенклатуру массовых конструкций для одноэтажных промышленных зданий входят основные типовые несущие и ограждающие конструкции.

**Колонны железобетонные** подразделяются на основные крайние и средние, воспринимающие нагрузки от стен, конструкций покрытия и кранов, и фахверковые, служащие только для крепления стен. Последние устанавливаются в торцах здания и между основными крайними колоннами в продольных рядах при шаге основных колонн 12 м и 6-метровых стеновых панелях. Среди крайних и средних колонн выделяются связевые колонны для восприятия горизонтальных сил.

Колонны высотой до 10,8 м изготавливаются прямоугольного сечения, при большей высоте подкрановая часть колонн предусмотрена двухветвевое сечения. Колонны устанавливаются в стаканы фундаментов ниже отметки пола на глубину до 1 м при прямоугольном сечении, до 1,35 м - при двухветвевом и замоноличиваются бетоном класса В 20...25. Закладные детали имеются во всех колоннах в местах опирания стропильных конструкций и подкрановых балок, в крайних колоннах - на уровне швов стеновых панелей, в связевых - в местах примыкания продольных связей внизу колонн и на уровне балок.

На поверхностях колонн наносятся риски, совмещающиеся при установке с соответствующими разбивочными осями. Для зданий, в которых по условиям технологического процесса производства на уровне подкранового рельса требуется проход для обслуживающего персонала, применяются колонны с проемом 400×220 мм в надкрановой части.

**Подкрановые балки** выполняются стальными или железобетонными, постоянного сечения в виде двутавра с развитым верхним поясом или с поясами одинаковой ширины. Усиленные в плоскости верхнего пояса тормозными фермами, они применяются преимущественно при шаге колонн 12 м. Балки в виде 6-метровых двутавров с развитым верхним поясом сами воспринимают тормозные усилия.

Высота унифицированных балок при шаге колонн 6 м - 0,8 и 1,3 м, при шаге колонн 12 м - 1,1 и 1,6 м. Их монтаж производится совместно с тормозными конструкциями. Для компенсации разности в высотах с железобетонными балками устанавливают стальные подставки.

Железобетонные преднапряженные подкрановые балки выпускаются длиной 6 и 12 м, высотой 0,8-1,4 м, таврового сечения с утолщенной на опорах вертикальной стенкой. Балки бывают торцовыми, рядовыми, температурными и отличаются друг от друга наличием и расположением закладных деталей. Во избежание возможного тарана краном торцовый стены на балках устанавливаются стальные концевые упоры.

**Фермы и балки покрытия** подразделяются на стропильные и подстропильные, скатные и с параллельными поясами.

Пролеты 6 и 12 м перекрываются балками, 24 и 30 м - фермами. Пролет 18 м может перекрываться как балками, так и фермами, в зависимости от необходимости размещения коммуникаций в межферменном пространстве. При этом, чаще применяются фермы сегментного очертания с безраскосной решеткой. Фермы с параллельными поясами и треугольной решеткой применяют при размещении в межферменном пространстве крупногабаритных коммуникаций.

Для обеспечения 5 % уклона кровли в верхних узлах безраскосных ферм предусматриваются "столбики" для опирания плит. Подстропильные фермы изготавливаются преимущественно трапецидального очертания с "окном" в нижнем среднем узле для опирания стропильной фермы.

**Плиты покрытия** применяются четырех типоразмеров: основные 3×6 и 3×12 м, доборные 1,5×6 и 1,5×12 м. Доборные применяются для участков покрытий с большой нагрузкой, когда несущая способность плит шириной 3 м недостаточна. В продольном и поперечном направлении плиты имеют ребра. Масса плит может достигать 7 т. Для строительства в южных районах страны разработаны облегченные 12-метровые плиты.

**Пространственные конструкции** покрытий применяют преимущественно для зданий с укрупненной сеткой колонн (18×24, 24×24 и более). В качестве типового решения приняты оболочки положительной гауссовой кривизны, собираемые из плит



размером 3×6 м с цилиндрической поверхностью малой кривизны, а в качестве контурных элементов - сегментные фермы.

Конструкция плит допускает монтаж покрытия на временных опорах или укрупненными арочными блоками размером 3×12, 3×18 м с инвентарной затяжкой. Плиты соединяются сваркой закладных деталей и замоноличиваются бетоном. В крайних панелях верхних поясов ферм размещаются стальные упоры, воспринимающие сдвигающие усилия от оболочек.

**Светоаэрационные фонари** высотой 1,8 и 1,2 м, шириной 6 и 12 м устраиваются по осям пролетов в виде П-образных надстроек с двусторонним остеклением. Ограждающие конструкции фонарей выполняются из тех же материалов, что и покрытие здания.

Основными элементами каркаса фонаря являются стальные конструкции в виде фанарных панелей и ферм, торцовых ферм-панелей и связей по фонарям. Их длина соответствует шагу стропильных ферм.

**Зенитные фонари** выпускаются в точечном и панельном исполнении. Фонари состоят из стального стакана, возвышающегося над отверстием в покрытии на 0,3-0,5 м, опорной рамы, заведенной в верхнюю часть стакана, и светопропускаемого ограждения. Размеры проемов фонарей от 1×1,5 до 3×6 м. Стальные стаканы свариваются с закладными деталями в плитах покрытия и герметизируются прокладкой.

**Стеновые панели** бывают рядовыми, угловыми, подкарнизными, парапетными и т.д. Номинальные размеры панелей: (6-12)×0,9; 1,2; 1,8 м, толщина от 70 до 300 мм. Подкарнизные панели имеют высоту 1,5 м, вылет карнизных плит - 0,45 м.

Из принятых типоразмеров панелей могут выполняться две конструктивные схемы стены: навесная и самонесущая. Для первой характерны ленточные проемы остекления, для второй обязательны отдельные оконные проемы. Панели торцовой стены крепятся к фахверковым колоннам и стойкам торцового фахверка, расположенным между основными колоннами и стеной.

**Оконные панели** стальные выполняются с номинальными размерами 6×1,2 и 6×1,8 м. Они могут устанавливаться друг на друга и скрепляться болтами, прикрепление к колоннам такое же, как у стеновых панелей. Зазоры между оконными и стеновыми панелями теплоизолируются.

**Ворота** выполняют раздвижными, подъемно-поворотными, шторными и др., но чаще применяются распашные двухпольные ворота с калиткой в воротном полотне. Воротный проем по размерам вписывается в принятую разрезку панельной стены и обрамляется сборной железобетонной рамой, состоящей из перемычки и стоек. Размеры воротных проемов: для а/машин - 3×3, 4×3, 4×4,2 м; для ж/д состава - 4,7×5,6 м.

### **11.3. Конструктивные решения узлов и стыков типовых железобетонных конструкций и деталей**

Типовой стык колонны с фундаментом - монолитный стаканного типа. Верхний обреза фундамента располагается на отметке -0,15 м, зазор между гранями колонны и стенками стакана: 75 мм по верху, 50 мм по низу и между низом колонны и дном стакана. В целях лучшей связи с бетоном замоноличивания колонна может снабжаться горизонтальными бороздками.

Для опирания фундаментных балок на фундаментах устраиваются приливы площадью 0,3×0,6 м: при высоте балок 0,4 м (шаг колонн 6 м) на отметке -0,45 м; при высоте балок 0,6 м (шаг 12 м) - на отметке -0,65 м.

Крепление к колоннам подкрановых балок, стропильных и подстропильных конструкций производится путем сварки закладных деталей. Подкрановая балка в верхней части крепится к колонне с помощью привариваемого вертикального листа. Подстропильные фермы привариваются непосредственно к закладным деталям на оголовках колонн. Крепление стропильных ферм к подстропильным осуществляется аналогично креплению их к колоннам.

Нижняя самонесущая стеновая панель первого яруса опирается на фундаментную балку по слою противокапиллярной гидроизоляции из цементно-песчаного раствора. В навесных стенах панели, расположенные над оконными проемами и внизу ярусов, опираются на стальные консоли, приваренные к колоннам. Остальные панели чаще крепятся к колоннам гибким стальным прутком с шайбой, дающим возможность стене перемещаться относительно каркаса при летне-зимних перепадах температур.

При шаге колонн 12 м стеновые панели могут соединяться с колоннами с помощью двух уголков, допускающих температурно-усадочные деформации в вертикальной плоскости. Парапетные панели и карнизные плиты могут быть связаны с плитами покрытия сцепом из крюка и петли.

#### **11.4. Основные методы возведения одноэтажных зданий**

Ведущим технологическим процессом возведения одноэтажных зданий является монтаж сборных конструкций. В зависимости от числа пролетов и габаритов здания применяются несколько специализированных потоков, взаимоувязанных в пространстве и времени.

Для этой цели здание разбивается на ряд монтажных участков и захваток, осуществляется подбор технических средств и монтажных кранов, обеспечивающих создание ритмичных или кратноритмичных потоков.

Методы монтажа конструкций разделяются по таким факторам, как степень укрупнения монтируемых элементов; точность установки; техника выполнения монтажных операций.

**По степени укрупнения** методы монтажа включают:

- поэлементный монтаж, когда здание или сооружение подлежит сборке из отдельных элементов, устанавливаемых к ранее смонтированным конструкциям;
- монтаж плоскими укрупненными конструкциями, когда небольшие по размерам элементы перед подъемом собирают в большеразмерные плоские (составные колонны, балки, фермы и т.п.);
- монтаж пространственными блоками, собираемыми на площадке из плоских элементов в виде блоков покрытия, рам и других конструктивных элементов.

**По степени точности установки элементов** различают:

- свободный монтаж;
- полупринудительный, когда ограничивается свобода движения элемента в результате применения кондукторов, манипуляторов и др. средств;
- принудительный, когда ограничивается свобода движения элементов на всем монтажном цикле в результате применения средств дистанционного управления.

Ограничения, накладываемые на операцию подъема, способствуют повышению точности установки элементов, росту производительности труда, снижению затрат труда на ручные операции.

При свободном подъеме применяется широко распространенный поэлементный метод наращивания конструкций в вертикальном положении. Этот метод характеризуется последовательным присоединением снизу вверх монтируемых элементов к ранее смонтированным. Недостатком его является повышенная сложность работ, вызванная необходимостью выполнения выверочных, крепежных и др. операций на высоте, снижение производительности кранов за счет частой смены монтажной оснастки, повышенная опасность при производстве работ.

При свободном подъеме конструкций с последующим наращиванием в горизонтальной плоскости предусматривается последовательное присоединение и закрепление в горизонтальном направлении монтируемых элементов к ранее смонтированным. Сборка элементов и конструкций этим методом производится с использованием промежуточных опор и называется «полунавесной сборкой». На рис. 11.4 а, приведена схема возведения арочных конструкций покрытия большепролетного здания, где в качестве неподвижных опор используются колонны, а промежуточных - временные опоры, имеющие возможность перемещаться после окончания цикла монтажа. Стыковка элементов на временных опорах заключается в последовательном присоединении монтируемых элементов в горизонтальном направлении. Их опирание осуществляется на временные подмости, которые снабжаются специальными площадками, обеспечивающими безопасность и надежность работы монтажников. Временные опоры снабжаются системой механических или гидравлических домкратов, обеспечивающих выверку монтируемых элементов в проектное положение по вертикали и горизонтали.

Последовательное присоединение свободно поднятых элементов и конструкций в горизонтальном или наклонном направлениях по отношению к ранее смонтированным конструкциям без использования промежуточных опор называется навесной сборкой. Такой метод широко применяется при устройстве пролетных строений мостов.

**По технике выполнения монтажных операций**, кроме упомянутого метода наращивания, применяют методы: поворота, скольжения, надвижки и вертикального подъема.

В основу метода поворота заложен принцип поворота конструкций с основанием, закрепленным в специальных шарнирах, служащих осью вращения при повороте. Таким методом осуществляется установка арок, рам, колонн и др. элементов. Подъем осуществляется мачтами, полиспастами, кранами.

Метод скольжения применяется при установке массивных конструкций или элементов, когда одна часть элемента устанавливается на опорные салазки или тележки и в процессе подъема смещается в направлении проектного положения.

Метод надвижки предусматривает перемещение частично или полностью собранных блоков по направляющим в горизонтальной плоскости. При возведении одноэтажных промышленных зданий этот метод применяется при монтаже кровельной части и является частью конвейерного метода монтажа, он может успешно использоваться при проведении работ по реконструкции зданий без остановки производства.

На рис. 11.4,б приведена схема производства работ по надвижке перекрытий, включающая: пост укрупнительной сборки, средства вертикального подъема и горизонтального перемещения. Надвижку выполняют лебедками, полиспастами и другими мон-

тажными средствами. В качестве направляющих могут быть использованы рельсовые пути подкрановых балок, подстропильные балки или временные конструкции.

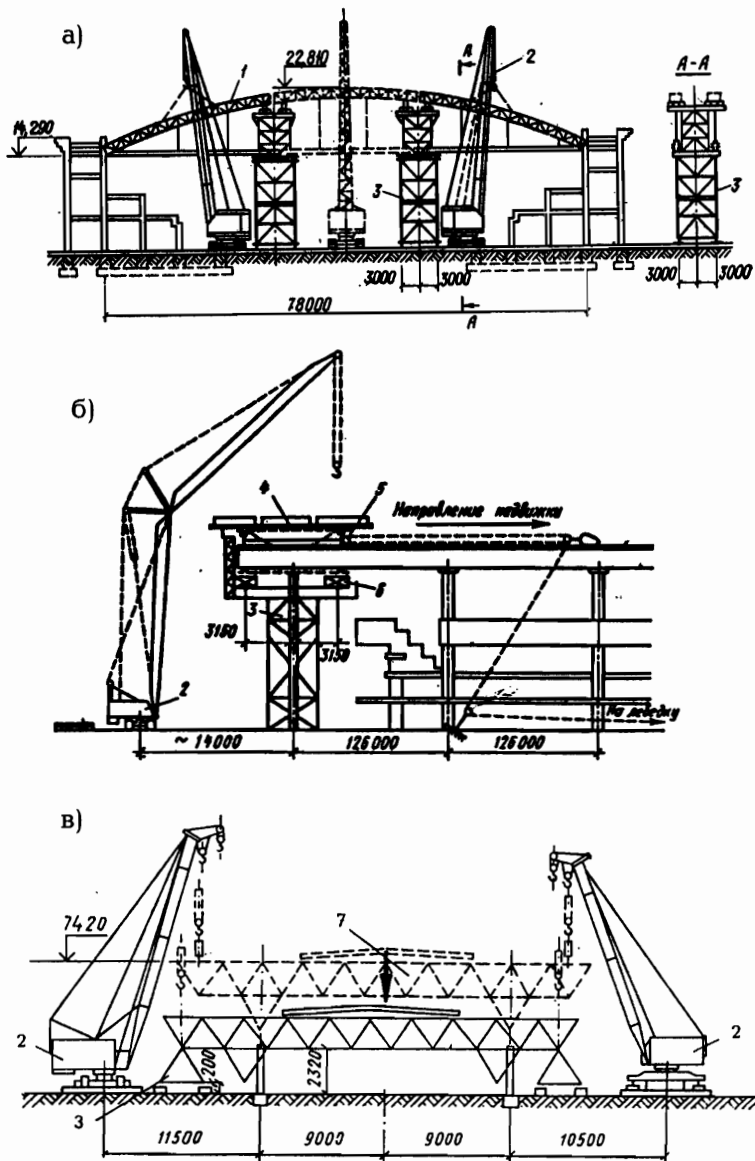


Рис. 11.4. Методы монтажа: а - полунавесная сборка; б - надвигка; в - вертикальный подъем; 1 - арочное покрытие; 2 - кран; 3 - временная опора; 4 - укрупняемый блок; 5 - тяговый полиспаст; 6 - опоры кондуктора; 7 - структурное покрытие

Принудительный подъем конструкций методом вертикального подъема по направляющим (рис. 11.4, в) производится при монтаже плоских или пространственных конструкций больших размеров (своды, структурные покрытия, балки, фермы и т.п.). Подъем осуществляется путем вертикального смещения, выталкивания или подтягивания. Необходимым условием для проведения такого вида работ является наличие временных или постоянных направляющих, в качестве которых используются колонны или стены. Особенностью принудительного подъема является предварительная сборка или укрупнение монтируемой конструкции в зоне монтажа.

При подъеме конструкций выталкиванием по направляющим в качестве монтажных средств могут применяться различные системы подъемников, оборудованных домкратами. Выталкивание производится при помощи штанг и стоек, установленных на домкратах. Подъемники располагаются на фундаментах рядом с направляющими. Монтируемая конструкция, предварительно собранная или укрупненная до проектных размеров, опирается на штанги толкателей рабочих органов средств вертикального подъема.

На рис. 11.5 приведена схема подъема покрытия с помощью домкратов, расположенных в основании колонн. В качестве направляющих используются колонны. Подъем производится одновременно в четырех точках покрытия циклично путем выталкивания подвижных стоек толкателей, которые одновременно смещают все покрытие на шаг хода домкратов (до 200 мм). После каждого перемещения осуществляется блокировка упоров с помощью неподвижных опорных стоек. Затем циклы повторяются до полного подъема покрытия в проектное положение. Средняя скорость подъема при таком методе составляет 1-2 м/ч.

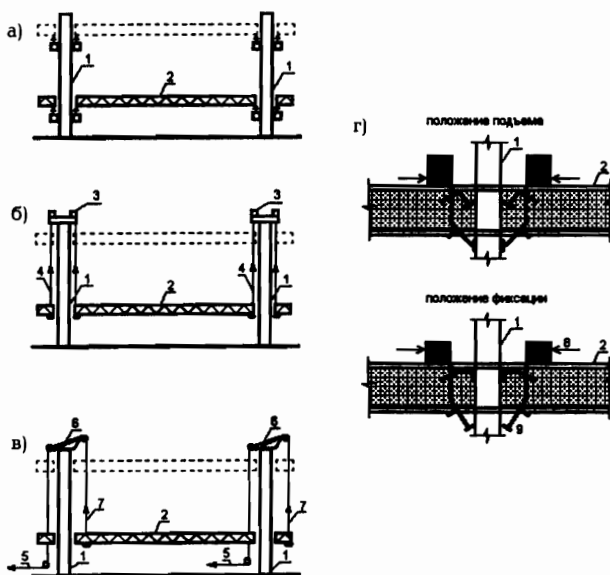


Рис. 11.5. Подъем покрытий с помощью: а - фрикционных гидравлических домкратов; б - жестких тяг; в - гибких тяг и гидравлических домкратов; г - положение домкрата при подъеме и фиксации; 1 - направляющие (колонны) 2 - монтируемое покрытие; 3 - гидравлические домкраты; 4 - жесткие тяги; 5 - привод к лебедке; 6 - кронштейны; 7 - гибкие тяги; 8 - поршни; 9 - фрикционные захваты

В качестве подъемников могут использоваться пневматические системы, обеспечивающие плавный подъем элементов на высоту 5-7 м. Пневмоподъем предусматривает использование избыточного давления пневмоподушек, создаваемого с помощью компрессора и системы гибких шлангов с обратными клапанами. Материалом пневмоподушек служит прорезиненная ткань из капрона или нейлона толщиной 0,3-0,8 мм. С целью обеспечения направленного движения комплекта пневмоподушек, последние объединяются системой механических рычажных устройств, снижающих деформацию подушек в горизонтальной плоскости.

Этим методом был успешно осуществлен подъем купольных конструкций покрытия диаметром 116 м и массой 560 т. Купол собирался на низких подмостях, после чего внутрь устанавливали нейлоновую подушку, в которую нагнетали под небольшим давлением воздух. Скорость подъема составила 5 см/с.

В практике строительства применяется метод подъема выталкиванием с использованием самоподъемных фрикционных домкратов и винтовых подъемников. Гидравлические самоподъемные механизмы могут передвигаться вверх по направляющим - колоннам, неся на себе монтажную нагрузку. На рис. 11.5 а приведены схемы подъема перекрытий с использованием самоподъемных гидравлических фрикционных домкратов.

Для равномерного и одновременного подъема используется единая насосная станция, обеспечивающая равномерную подачу жидкости в цилиндры домкратов, система ориентации с пультом управления. Гидравлические домкраты компактны и имеют большую грузоподъемность. Для предотвращения случайного выхода из строя системы или ее участков предусматриваются аварийные стопорные устройства, исключающие самопроизвольное опускание монтируемой конструкции.

В зависимости от технологических особенностей вертикальный подъем конструкции по направляющим может осуществляться подтягиванием. При этом используются гибкие или жесткие туги в сочетании с гидравлическими домкратами или лебедками. Как правило, гидравлические домкраты располагаются на оголовках колонн. На рис. 11.5, б, в приведены схемы принудительного подъема по направляющим колоннам элементов покрытия с использованием жестких и гибких туг. В первом случае используется система гидравлических домкратов, а во втором - лебедок. При достижении монтируемой конструкцией проектной отметки обеспечивается ее временное крепление путем фиксации на направляющих. В зависимости от массы и размеров монтируемой конструкции применяют подъемники различной мощности, с одной или двумя жесткими тугами. Этот метод монтажа применяют при подъеме крупногабаритных конструкций, укрупнительная сборка которых осуществляется непосредственно в рабочей зоне. Таким приемом достигается снижение трудозатрат и стоимости монтажа до 40% по сравнению с традиционными методами.

## 11.5. Механизация работ

Для выполнения погрузочно-разгрузочных и монтажных работ при возведении одноэтажных промзданий могут применяться различные средства вертикального транспорта: домкраты и лебедки, выталкиватели, подъемники и др., но основным видом грузоподъемных механизмов в строительстве являются краны.

Они отличаются по техническим и технологическим характеристикам: грузоподъемности, габаритам, максимальной высоте и скорости перемещения груза, глубине по-

дачи (вылета стрелы), скорости передвижения, типу шасси (на гусеничном, пневмоколесном, рельсовом, железнодорожном ходу и др.), особенностям приведения их из транспортного в рабочее положение.

Исходными данными при подборе кранов являются габариты и объемно-планировочные решения зданий, параметры и рабочее положение грузов, метод и технология монтажа, условия производства работ.

При определении требуемых рабочих характеристик крана для монтажа конструкций одноэтажных зданий с железобетонными конструкциями рекомендуется применять графический способ.

**При монтаже фундаментов** (рис. 11.6,а) основным параметром крана является вылет стрелы при движении по периметру здания, посередине пролета или ближе к одной из продольных осей здания.

Вылет стрелы  $L$  определяется графическим методом. Расстояние до монтажной оси принимается с учетом требований СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве" с учетом опорного контура крана.

**Монтаж колонн.** При движении крана по середине пролета и со смещением в сторону колонн (рис. 11.6,б) вылет стрелы  $L$  определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника. Высота подъема стрелы  $H_c$  определяется как сумма:

$$H_c = h_0 + h_k + h_T + h_{II}, \text{ где}$$

$h_0$  – высота подъема колонны над опорой (принимается равной 1 м);

$h_k$  – высота колонны;

$h_T$  – высота такелажного приспособления;

$h_{II}$  – высота полиспаста (принимается равной 2 м).

Длина стрелы  $L_c$  принимается из условия максимальной высоты подъема крюка и вылета стрелы.

**Монтаж подкрановых балок и ферм.** Методика определения характеристик крана (рис. 11.6,в) не отличается от методики, принятой при монтаже колонн. При шаге колонн менее 6 м необходимо учитывать минимально допустимый вылет стрелы крана.

**Монтаж плит покрытия.** При монтаже плит покрытия (рис. 11.6,в) используется гусек на стреле гусеничного или пневмоколесного крана. Вылет стрелы определяется по расстоянию до центра наиболее удаленной плиты. Высота подъема стрелы определяется по зависимости

$$H_c = H_M + h_0 + h_k + h_T + h_{II},$$

где  $H_M$  - монтажный горизонт.

**Монтаж стеновых панелей.** Вылет стрелы при расположении кассеты со стеновыми панелями между монтажным краном и стеной определяется по формуле:

$$L = R_{32} + 1 + \epsilon_k + 1 + f,$$

где  $R_{32}$  - задний габарит крана (радиус вращения хвостовой части крана);

1 м - безопасное расстояние между кассетой и краном, кассетой и стеной;

$\epsilon_k$  - ширина кассеты для 6 стеновых панелей (составляет около 3,5 м);

$f$  - расстояние от оси крана до выступающей части здания.

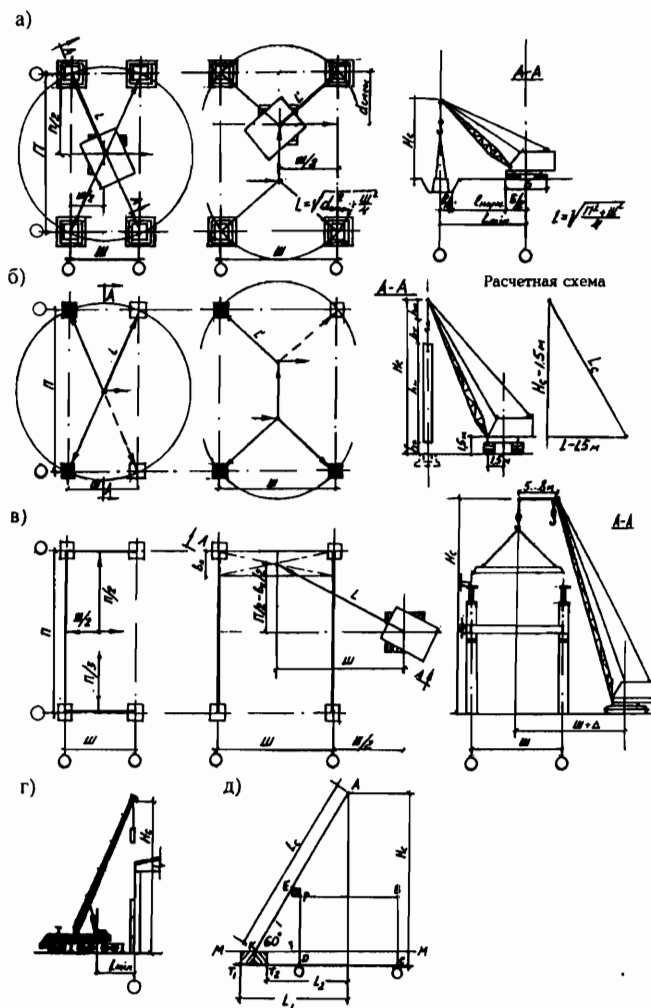


Рис. 11.6. Определение основных характеристик кранов графическим методом при монтаже: а - фундаментов; б - колонн; в - ферм, подкрановых балок и плит покрытия; г - стеновых панелей; д - упрощенный способ

Для монтажа всех видов конструкций кранами на автошасси с телескопической стрелой рекомендуется упрощенный графический способ определения параметров крана (рис. 11.6, д).

Грузоподъемность кранов для монтажа конструкций одноэтажных промзданий определяют исходя из массы монтируемых элементов, вылета стрелы и высоты подъема крюка.

Марки кранов, рекомендуемые для монтажа одно-, двухэтажных унифицированных производственных зданий, приведены в табл. 11.1 и 11.2.



Кроме монтажных кранов в процессе выполнения работ по возведению одноэтажных производственных зданий используются различные системы подъемников. В зависимости от назначения и конструкции различают: строительные подъемники; подъемники автомобильные и вышки; мачтовые монтажные подъемники и подъемники для принудительного монтажа перекрытий и покрытий.

Таблица 11.1

**Отечественные краны, рекомендуемые при монтаже промышленных зданий**

NN п/п	Технологический процесс	Масса элемента, т	Высота здания (колонны), м	Марки кранов	
				гусеничных, башенных	автомобильных, пневмоколесных
1	Монтаж колонн	5...8	-	МКГ-16М	КС-4361 А
		8...14	-	МКГ-25БР ДЭК-251 РДК-250.1	КС-5363
2	Монтаж подкрановых балок	9...20	-	МКГ-40	МКТ-40
		14...30	-	СКГ-40/63	
3	Монтаж конструкций покрытий	2...8	8...13	МКГ-16М	КС-4361 А
		4...8	14...18	МКГ-25БР	КС-5361
4	Монтаж стеновых панелей	1...8	3...10	МКГ-16М	КС-4361 А
		7...15	16...20	МКГ-25БР	КС-5363
		9...20	16...20	МКГ-40	КС-6362
5	Монтаж перегородок	3...5	До 9,6	МКГ-16М	КС-4361 А
		3...5	До 23	МКГ-25БР	КС-5363БС
		До 8,2	До 8,4	МКГ-25БР	КС-5363БС
5	Монтаж перегородок	2...3	До 3,6	-	КС-2561
		2...3	4...9	-	КС-3571
		2...3	9...18	-	КС-4571

Таблица 11.2

**Зарубежные краны, рекомендуемые при монтаже промышленных зданий**

Этаж- ность	Наибольшая грузоподъемность, т	Краны	
		на шасси автомобильного типа	гусеничные
1...2	10	KATO NK-160S; KATO NK-200S; KRUPP KMK-2025; LOKOMO A-331NS; LOKOMO MS-335N; FAUN RTF-30	НІТАСНІ КН-180-3
1...2	20	KRUPP KMK-3040; KATO NK-450S; KATO KR-500; GROVE TMS-475LP; LOKOMO A-351NS; FAUN RTF-30; FAUN RTF-35	НІТАСНІ КН-300-3
1...2	40 и более	KRUPP KMK-5100; KATO NK-750YS-L; KATO KA-800; LOKOMO A-395NR; FAUN RTF-50	НІТАСНІ КН-300-3

## 11.6. Технология возведения подземной части зданий

В зависимости от последовательности установки технологического оборудования различают три технологические схемы производства работ:

а) монтаж технологического оборудования осуществляется до начала монтажа конструкций надземной части здания;

б) монтаж оборудования осуществляется параллельно с монтажом строительных конструкций в едином строительном потоке с одновременным использованием монтажного и подъемно-транспортного оборудования;

в) монтаж оборудования осуществляется в полностью законченном здании с помощью специальных монтажных механизмов.

Монтажные работы рекомендуется выполнять специализированными потоками на выделенных для этой цели монтажных участках (захватках), размер которых определяется размерами здания и трудоемкостью работ.

Анализируя графики поточного ведения работ по монтажу конструкций и технологического оборудования (рис. 11.7), можно сделать следующие выводы: а) монтаж оборудования в полностью законченном здании сопровождается увеличением срока строительства;

б) монтаж оборудования параллельно с монтажом строительных конструкций позволяет существенно сократить продолжительность строительства, но требует четкой взаимоувязки в работе монтажных и подъемно-транспортных механизмов;

в) монтаж оборудования до начала монтажа конструкций надземной части здания создает технологические трудности при возведении несущих конструкций здания.

При возведении подземной части одноэтажных зданий комплекс строительно-монтажных работ включает следующие частные потоки:

- 1) разработка котлованов и траншей;
- 2) устройство фундаментов, в т.ч. под технологическое оборудование;
- 3) устройство вводов инженерных коммуникаций и подземных каналов;
- 4) обратная засыпка пазух и планировка под полы;
- 5) бетонная подготовка под полы и отмостки.

Использование силовой плиты вместо фундаментов под оборудование позволяет значительно сократить трудоемкость как строительно-монтажных работ, так и работ по монтажу технологического оборудования. Несмотря на некоторый перерасход материалов, появляется возможность существенно сократить затраты при перепрофилировании или реконструкции здания.

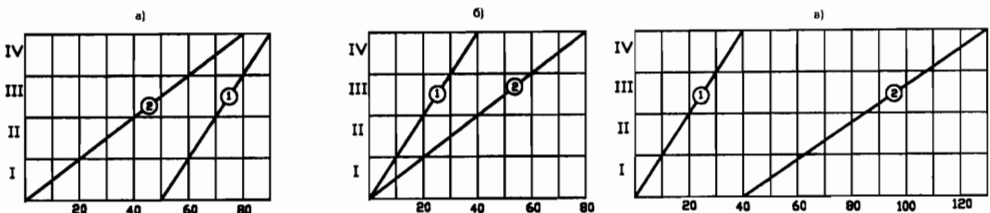


Рис. 11.7. Циклограмма поточного ведения работ по монтажу оборудования: а - до начала монтажа конструкций; б - параллельно с монтажом конструкций; в - после монтажа конструкций; 1 - монтаж конструкций; 2 - монтаж оборудования

**Фундаменты** массой до 10 т выполняются в сборном варианте, свыше 10 т - в монолитном. При шаге колонн до 6 м (рис. 11.8,а) является нерациональной разработка отдельных котлованов, поэтому монтаж фундаментов осуществляется с транспортных средств.

При шаге колонн более 6 м (рис. 11.8,б) монтажный процесс может быть организован как с транспортных средств, так и с предварительной раскладкой сборных фундаментов.

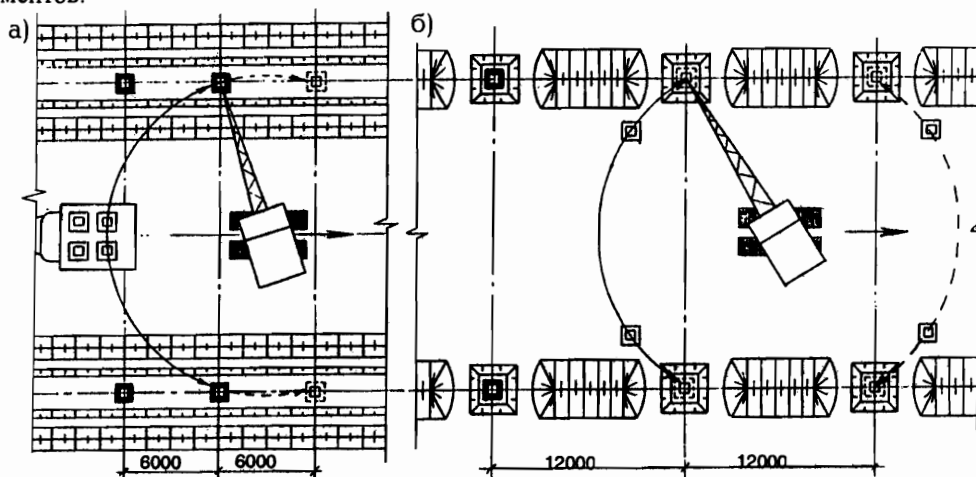


Рис. 11.8. Монтаж фундаментов: а – с транспортных средств; б – с предварительной раскладкой элементов

**Бетонная подготовка под полы** выполняется после обратной засыпки пазух и послойного уплотнения грунта: а) устраивается песчаный подстилающий слой; б) полосами шириной до 3 м укладывается и уплотняется бетон; в) нарезаются и заполняются битумом деформационные и усадочные швы.

## 11.7. Возведение надземной части зданий

В состав работ при возведении надземной части здания входят:

- монтаж сборных несущих и ограждающих конструкций;
- устройство кровли;
- производство санитарно-технических и электромонтажных работ;
- отделочные работы.

Определяющим фактором технологии производства монтажных работ является выбор метода монтажа несущих и ограждающих конструкций. При строительстве одноэтажных зданий в зависимости от последовательности установки отдельных элементов конструкций надземной части здания применяют три метода монтажа: дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный).

При **дифференцированном** методе (рис. 11.9,а) монтируемые элементы каждой ячейки, пролета или всего здания устанавливаются поочередно: колонны, подкрановые балки, фермы или балки покрытий, плиты, стеновые панели. Такой метод обеспечивает

более высокую производительность, так как монтаж однотипных элементов не требует переналадки оснастки, но требуется большое число проходов крана. В результате этого удлиняются сроки представления фронта работ по монтажу оборудования, кровельным, отделочным и другим работам.

При *комплексном* методе (рис. 11.9,б) монтируемые элементы устанавливаются поочередно в пределах каждой ячейки здания. Это позволяет получать законченную монтажную продукцию (каркас здания), но приводит к некоторому снижению производительности труда, так как требует значительной переналадки монтажной оснастки в связи с большой разницей в массе разноименных конструкций. Кроме того, применять такой метод при возведении зданий с колоннами, заделываемыми в стаканы фундаментов, нельзя, так как по условиям техники безопасности для продолжения монтажа вышележащих элементов требуется набор прочности бетона стыка не менее 70% от проектной. При использовании сварного стыка колонн с фундаментами и при металлических колоннах этот метод остается предпочтительным.

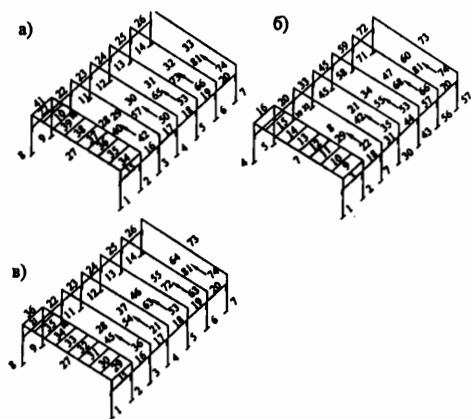


Рис. 11.9. Последовательность монтажа конструкций одноэтажных зданий: а - дифференцированным методом; б - комплексным; в - комбинированным (цифрами показан порядок монтажа элементов)

При *комбинированном* методе (рис. 11.9,в) одну часть сборных элементов (колонны, подкрановые балки, подстропильные фермы, наружные стеновые ограждения) можно устанавливать дифференцированным методом отдельными частными потоками в пределах одного пролета или всего здания, а другую часть (кровельные балки, стропильные фермы, плиты покрытия) - в пределах каждой ячейки здания комплексным методом в едином потоке.

Комбинированный (смешанный) метод является основным при монтаже одноэтажных зданий, в сборном железобетоне.

Одним из важнейших вопросов при производстве монтажных работ является выбор направления движения монтажных кранов и мест их стоянок. Сокращение количества стоянок, особенно кранов с откидными аутригерами (упорами), может привести к значительному сокращению сроков монтажа.

В зависимости от принятой схемы движения монтажных кранов применяют продольную, поперечную или комбинированную проходки.

При *продольной* проходке крана (рис. 11.10,а) сборка здания осуществляется отдельными пролетами, что позволяет совмещать процессы монтажа строительных конструкций и установки технологического оборудования.

При *продольной* проходке крана (рис. 11.10,а) сборка здания осуществляется отдельными пролетами, что позволяет совмещать процессы монтажа строительных конструкций и установки технологического оборудования.

**Поперечная** проходка крана (рис. 11.10.б) применяется в случаях, когда объект возводится в эксплуатацию отдельными секциями, включающими все пролеты здания. Такая схема движения крана возможна в тех случаях, когда шаг колонн обеспечивает нормальное продвижение и работу монтажного крана.

Поперечную проходку крана обычно применяют при возведении бескрановых зданий и при монтаже крупногабаритных плит покрытия большой массы.

**Комбинированная** проходка (рис. 11.10,в) применяется в тех случаях, когда кроме монтажа несущих конструкций требуется произвести установку элементов встроенных систем.

Основной схемой движения крана в строительстве одноэтажных производственных зданий с небольшими по протяженности пролетами и унифицированными однотипными ячейками является продольная осевая проходка. Обычно такие здания возводятся для объектов машиностроительных, перерабатывающих отраслей промышленности, а также предприятий стройиндустрии.

При больших пролетах между рядами колонн осевое перемещение крана становится нецелесообразным, так как его грузоподъемность при больших вылетах стрелы резко снижается. В таких случаях кран перемещается по краям пролета или совершает зигзагообразные проходки с сохранением минимального вылета стрелы (рис. 11.10, г).

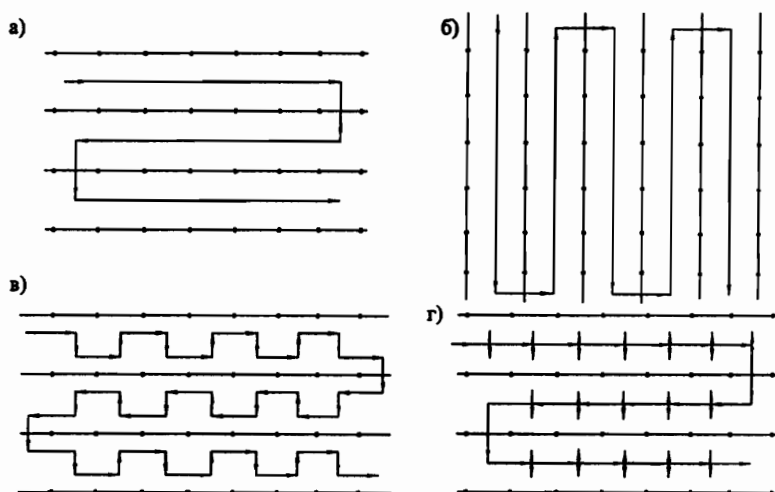


Рис. 11.10. Схемы движения кранов при монтаже сборных элементов: а - продольная осевая проходка; б - поперечная осевая проходка; в - зигзагообразная проходка; г - продольная проходка с поперечным перемещением

Организацию комплекса монтажных процессов рекомендуется выполнять поточными методами. Размер монтажных участков (захваток) определяется по технологическим соображениям, а также из условий техники безопасности. Так, в качестве монтажного участка многопролетного здания может быть принят целый пролет или его часть (например, температурный блок). Начало работ следующего потока определяется прежде всего технологическими соображениями. Например, после потока по монтажу колонн следующий поток (монтаж подкрановых балок и элементов покрытия) может быть начат при условии достижения прочности стыков колонн с фундаментами не менее 70%.

Как правило, функционируют ритмичные и кратноритмичные специализированные потоки.

Определение продолжительности потоков производится по принципам теории точности, с учетом критического сближения: на первом монтажном участке - при большей продолжительности последующего частного потока, на конечном монтажном участке - при большей продолжительности предыдущего потока.

Так, при возведении 3-пролетного производственного корпуса (рис. 11.11) отдельными потоками производятся работы по монтажу колонн, подкрановых балок и кровельной части, стенового ограждения. Принимая осевую проходку продольного монтажа колонн, устанавливают три монтажных участка. После монтажа колонн 1-го пролета (участка) в работу вступает другой поток, при котором осуществляется монтаж подкрановых балок, ферм и плит покрытия. Начало работы этого потока совпадает с окончанием работ по монтажу колонн в данном пролете и должно быть по времени не меньше, чем продолжительность набора бетоном стыков 70 %-ной прочности.

При возведении стенового ограждения, включая установку фахверковых колонн и стоек, могут использоваться специализированные башенно-стреловые краны, обеспечивающие максимальное удобство монтажа. Этот вид работ не должен опережать работы по монтажу элементов покрытия.

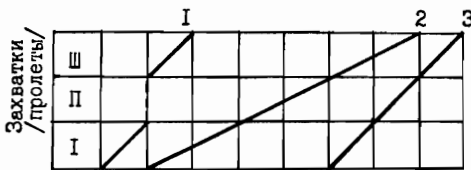


Рис. 11.11. Технологическая схема поточного производства монтажных работ с применением 3 кранов различной грузоподъемности: 1 – монтаж колонн; 2 – то же, подкрановых балок и кровельной части; 3 – монтаж стенового ограждения

Параллельно с монтажом конструкций производятся работы по сварке, замоноличиванию стыков, заливке швов плит и панелей, расшивки швов панелей наружных стен.

В процессе производства работ может оказаться, что принятые размеры захваток не удовлетворяют требованиям поточной организации работ и необходимого технологического перерыва. Поэтому для удовлетворения этих требований необходимо провести проверочный расчет размера захватки.

Размеры захваток и отсеков определяют исходя из минимально-допустимого числа элементов первого монтажного комплекса,

которые вычисляют с учетом требований безопасности производства работ и необходимых технологических перерывов.

Предварительно производят деление всей номенклатуры монтируемых элементов на монтажные комплексы.

Для одноэтажных промышленных зданий в состав первого монтажного комплекса с учетом необходимого технологического перерыва следует включать колонны, а в состав второго монтажного комплекса - подкрановые балки, фермы и плиты покрытий.

Минимальное количество элементов первого комплекса вычисляется по формуле:

$$N_{\min} = \frac{C \cdot A \cdot \alpha (t_v + t_m) t_k}{t_3 \cdot t'_k},$$

где  $C$  - длительность смены, часы;  $A$  - число смен в сутках;  $\alpha$  - коэффициент отношения темпов монтажа элементов первого комплекса к темпам монтажа элементов второго комплекса, определяемый из соотношения  $\alpha = \frac{t'_k}{t_n}$ ,

$t_v$  - интервал времени между установкой колонн и замоноличиванием их стыков ( $t_v = 0,5$  суток);

$t_m$  - время выдержки бетона для достижения им монтажной прочности ( $t_m = 1,0$  суток);

$t_k$  - средняя машиноёмкость монтажа элементов первого комплекса, входящих в состав одной секции, при условии движения крана по середине пролета для одноэтажных зданий, определяется по формуле, аналогичной для нахождения  $t'_k$ . Для одноэтажных зданий при движении крана по середине пролета  $t_k = t'_k$ ;

$t_3$  - средняя машиноёмкость установки одного элемента первого комплекса в пределах пролета определяется по формуле:

$$t_3 = \frac{\sum_{i=1}^n H_{\text{вр}}^i \cdot n_k^i}{\sum_{i=1}^n n_k^i}$$

где  $H_{\text{вр}}^i$  - норма времени на установку  $i$ -го элемента первого комплекса;

$n_k$  - количество элементов данного типа первого комплекса в монтируемом пролете.

Темпы монтажа элементов первого комплекса определяются их средней машиноёмкостью в пределах одной секции, размеры которой ограничены шагом ферм, ригелей, а также их пролетом, при условии движения крана по краям пролета для одноэтажных зданий:

$$t'_k = \frac{\sum_{i=1}^n H_{\text{вр}}^i \cdot n_k^i}{n_c},$$

где  $H_{\text{вр}}^i$  - норма времени на установку  $i$ -го элемента первого комплекса;

$n_k^i$  - количество элементов данного типа первого комплекса в монтируемом пролете;

$n_c$  - количество секций в пролете.

Темпы монтажа элементов второго комплекса определяются их средней машиноемкостью в пределах одной секции:

$$t_n = \frac{\sum_{i=1}^n H_{вр}^i \cdot n_e^i}{n_c},$$

где  $H_{вр}^i$  - норма времени на установку  $j$ -го элемента второго комплекса;

$n_e^i$  - количество элементов данного типа второго комплекса в монтируемом пролете;

$n_c$  - количество секций в пролете.

### **11.8. Технологические схемы монтажа элементов одноэтажных производственных зданий с железобетонным каркасом**

Количество проходов крана при монтаже несущего каркаса и стенового ограждения зависит от конструктивных особенностей одноэтажного здания. При наличии подстропильных конструкций рекомендуется четыре частных потока:

- установка колонн;
- монтаж подкрановых балок и подстропильных конструкций;
- установка стропильных конструкций и плит покрытия;
- монтаж стенового ограждения.

При отсутствии подстропильных конструкций монтаж подкрановых балок рекомендуется осуществлять в едином потоке с монтажом элементов покрытия и выполнять комплекс работ тремя потоками:

- установка колонн;
- монтаж подкрановых балок, стропильных ферм и плит покрытия;
- монтаж стенового ограждения.

**Монтаж колонн.** В зависимости от величины пролета, габаритов и массы колонны монтируются при осевой или смещенной проходках крана.

Предварительная раскладка и технологические схемы монтажа колонн показаны на рис. 11.12. При раскладке используются краны на автомобильном ходу в сочетании со специальными транспортными средствами.



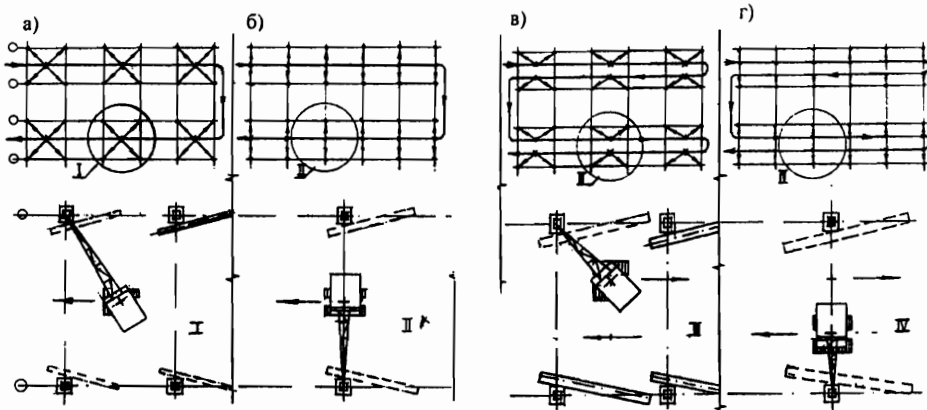


Рис. 11.12. Схемы раскладки и монтажа колонн: а, б - при осевой проходке крана; в, г - при смещенной проходке

Установка колонн осуществляется методом свободного или ограниченно-свободного монтажа. В первом случае для временного крепления и выверки используются различные системы клиньев и инвентарных клиновых вкладышей, во втором - одиночные кондукторы. При высоте колонн более 8 м и массе, превышающей 5 т, применяют средства временного крепления в виде расчалок, прикрепляемых к соседним фундаментам или специальным анкерам (для крайних колонн). После временного закрепления и выверки в проектное положение стыки колонн монолитятся мелкозернистым бетоном. Для сокращения срока набора прочности стыки заполняются бетоном на быстротвердеющих цементах или прогреваются. Подача бетонной смеси производится вручную или с использованием пневмонагнетателей.

**Монтаж подкрановых балок.** Подкрановые балки выполняются металлическими или железобетонными двух типоразмеров - для шага колонн 6 и 12 м. Предпочтение следует отдавать металлическим балкам, так как они обладают меньшей массой, что облегчает их установку, выверку, рихтовку.

Балки при выгрузке укладывают на деревянные прокладки или инвентарные стойки. Такое расположение дает возможность производить обработку торцов балок перед их установкой.

На рис. 11.13 приведены технологические схемы выгрузки, положения транспортных средств и крана при доставке, раскладке и монтаже в едином потоке подкрановых балок, ферм и плит покрытия.

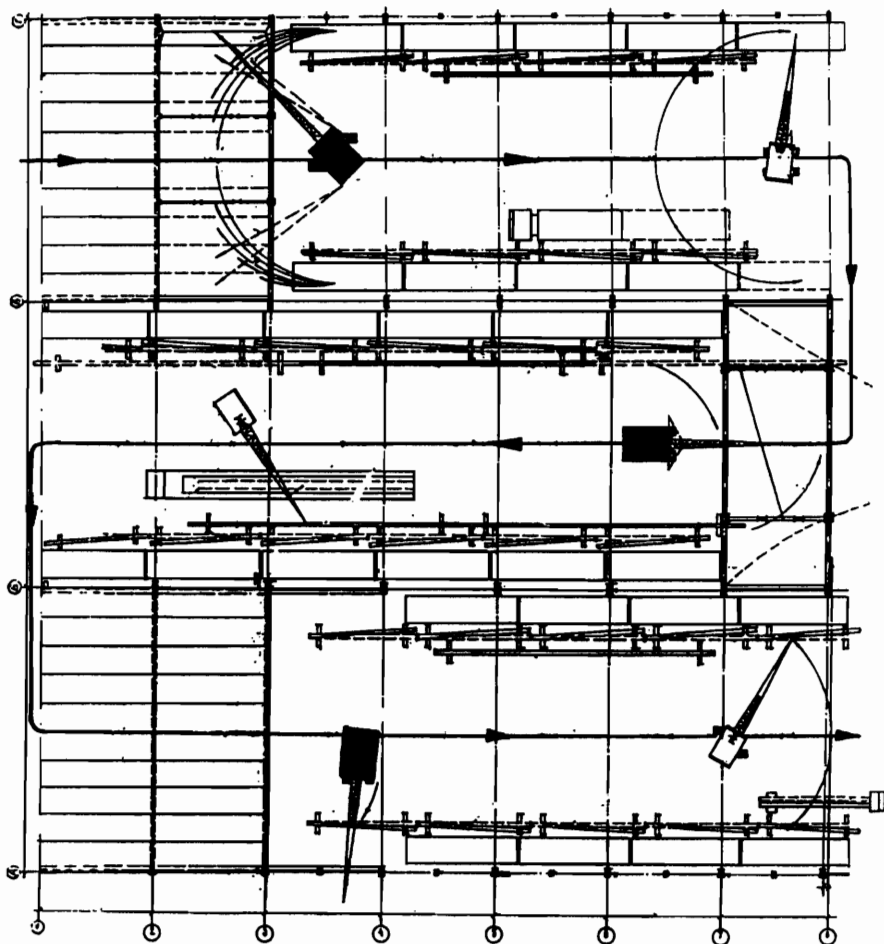


Рис. 11.13. План монтажных участков трехпролетного одноэтажного промздания

Для монтажного крана принята продольная проходка со смещением на 3 м от оси движения при монтаже подкрановых балок и плит покрытия. Разгрузочный кран располагается таким образом, чтобы, не изменяя вылета стрелы, можно было произвести сьем балок с транспортных средств и их доставку в рабочую зону.

Подкрановые балки устанавливаются безвыверочным методом или с последующей выверкой. Перед установкой балки на консоль колонны между анкерными болтами укладывают компенсаторы в виде металлических прокладок толщиной 6...10 мм. Набор таких прокладок позволяет произвести их выверку в проектное положение. Предварительно к колоннам крепят приставные или навесные лестницы-площадки, на которых располагаются монтажники. Для наводки балок в положение, близкое к проектному, используют оттяжки. После проверки правильности положения относительно контрольных рисок,





## 11.9. Конвейерный метод возведения одноэтажных промышленных зданий

Конвейерный метод возведения промышленных зданий основан на использовании укрупненных пространственных блоков покрытия, собираемых из отдельных монтажных элементов в непосредственной близости от строящегося объекта и устанавливаемых в проектное положение с помощью различных средств механизации.

Объемно-блочный монтаж даст наибольший технико-экономический эффект для конструкций покрытия одноэтажных промзданий, трудоемкость монтажа которых составляет до 70% общей трудоемкости возведения каркаса. Поэтому от того, как быстро и качественно будет смонтировано покрытие, зависит срок окончания строительства и ввода объекта в эксплуатацию.

Экономические предпосылки конвейерной технологии распространяются на производственные здания площадью от 3000 м<sup>2</sup> и более с одинаковой шириной пролетов и шагом колонн при наличии пролетов большой протяженности и параллельной ориентации.

Блоки покрытия представляют собой пространственно-неизменяемые системы размерами в плане 12х18...36 м, массой 16...200 т, состоящие из металлических ферм, соединенных горизонтальными и вертикальными связями и «диском» в виде стального профилированного настила по верхним поясам ферм с мягкой кровлей, остеклением фонарей, окраской металлоконструкций. В межферменном пространстве блока размещаются все необходимые по проекту коммуникации.

В конструктивном отношении блоки покрытия выполняются двух типов: симметричные (двухконсольные) с опорой ферм на подстропильные конструкции и стыкованием «блок в блок» и несимметричные, выполненные в традиционном виде с опорой ферм на колонны. Монтаж таких блоков производится в рядовом или шахматном порядке с последующей установкой недостающих вертикальных и горизонтальных связей в свободных ячейках. Большее распространение на практике получили блоки симметричного типа.

На рис. 11.15 приведены конструктивные решения объемных блоков для пролетов 18, 24 и 36 м.

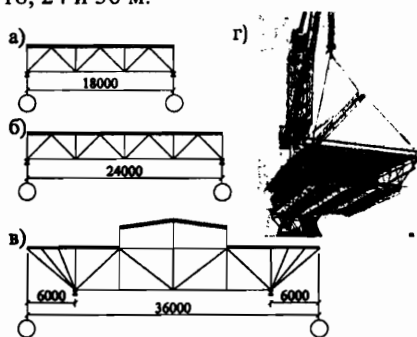


Рис. 11.15. Схема объемных блоков покрытия пролетом: а - 18; б - 24; в - 36 м; г - общий вид объемного блока

Они изготавливаются на конвейерных линиях, расположенных вблизи от возводимого объекта.

Каждая конвейерная линия (рис. 11.16) включает зону складирования, укрупнительной сборки металлоконструкций, рельсовые пути со стационарными кондукторами и стоянками конвейера, на которых осуществляются технологические операции по укрупнительной сборке блоков. Линия оснащена рельсовыми путями для транспортирования блоков, башенными, козловыми кранами и подъемниками.

Размещение конвейерной линии зависит от планировочного решения здания, размеров площадки, объемов работ, способов установки и пр. Оно может быть вдоль одной из сторон строящегося здания, с двух сто-

рон, внутри здания, на отдельной площадке и т.п. Чаще всего конвейерную линию размещают вне здания поперек пролетов.

На конвейерной линии специализированными потоками осуществляется:

- укрупнение конструктивных элементов покрытия;
- сборка блоков покрытия из элементов;
- установка коммуникаций в межферменном пространстве;
- устройство кровли на постах конвейерной линии;
- окраска металлоконструкций блока.

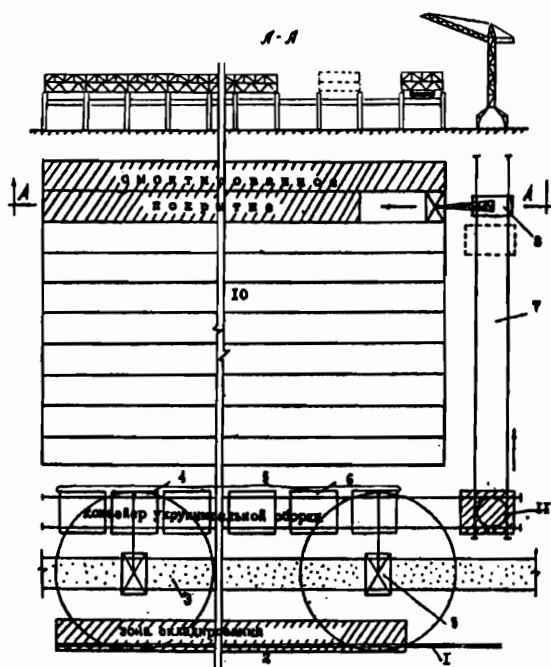


Рис. 11.16. Схема конвейерной линии по монтажу покрытий одноэтажных производственных зданий: 1 - железнодорожный путь; 2 - склад металлоконструкций; 3 - площадка и проезд для обслуживания конвейера; 4 - конвейерная линия; 5 - зона сборки блоков; 6 - зона отделочных и кровельных работ; 7 - рельсовый путь; 8 - монтажный кран; 9 - кран укрупнительной сборки; 10 - строящийся корпус; 11 - поворотная платформа для подачи укрупненных блоков в зону монтажа

правляющие для надвигки в требуемую ячейку здания (рис. 11.17).

Надвигка блоков осуществляется с помощью специальных установщиков козловых, башенных или стреловых кранов большой грузоподъемности.

Основные принципы крупно-блочного монтажа состоят в:

- обеспечении пространственной жесткости укрупненного блока на период его транспортирования, подачи и установки в проектное положение с наименьшими затратами;
- использовании поточных методов укрупнительной сборки и монтажа блоков;
- применении кондукторских систем и принудительного метода сборки, обеспечивающих проектную точность конструктивных элементов;
- создании максимальной готовности укрупнительного блока при минимальном количестве монтажного оснащения;
- использовании специальных монтажных средств и приспособлений для укрупнения и монтажа блоков.

Общая схема производства работ включает сборку блоков с применением специальных кондукторов на нулевой отметке, доставку их к месту подъема, установку краном или выталкивателем в на-

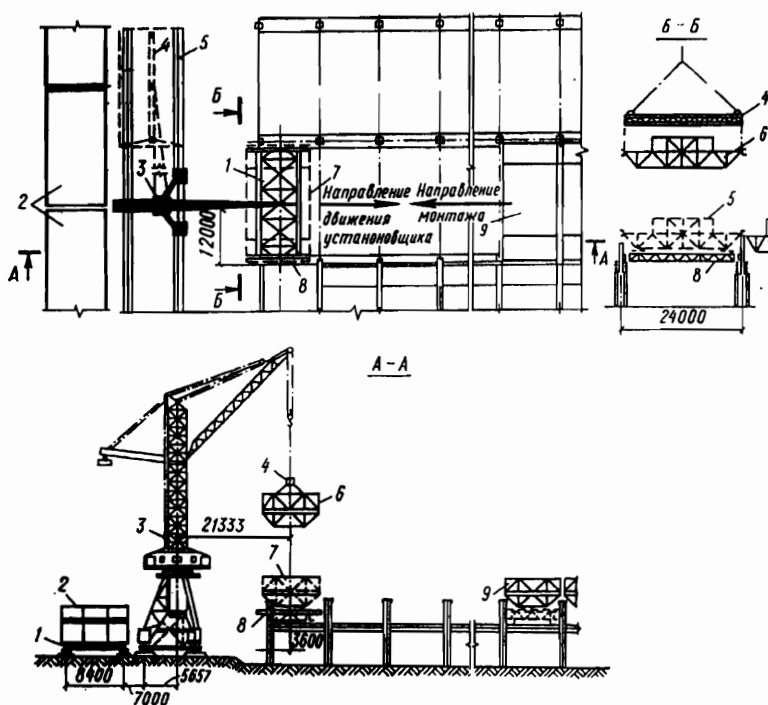


Рис. 11.17. Подъем и транспортирование блоков покрытия к месту установки в проектное положение: 1 - тележка конвейера; 2 - блок покрытия на конвейере; 3 - башенный кран БК-1000; 4 - траверса для подъема блока; 5 - положение блока покрытия перед подъемом; 6 - положение блока покрытия в момент подъема; 7 - положение блока покрытия на установщике перед транспортированием к месту установки; 8 - установщик; 9 - положение блока покрытия перед установкой в проектное положение

Установщик представляет собой решетчатую раму типа мостового крана на ходовых тележках, перемещающегося по подкрановым путям мостового крана (низкий установщик) или по собственным путям (высокий установщик), располагаемых в середине пролетов (рис. 11.18). При установке блоков с применением стреловых кранов укрупнительная сборка может осуществляться вне зоны монтажа. В этих случаях кондукторы для укрупнительной сборки вместе с блоком подают в зону монтажа на пневмотележках. Кран располагают в монтируемом или смежном пролете. Блоки при установке строят и поднимают с помощью траверсы за четыре петли, приваренных к подстропильным балкам.

При транспортировании и монтаже блоков покрытия следует: обеспечить устойчивость фундаментов и конструкций каркаса; осуществить монтаж электрических мостовых кранов; произвести полносборный монтаж встроенных помещений; разбить пролеты на строительные и монтажные блоки.

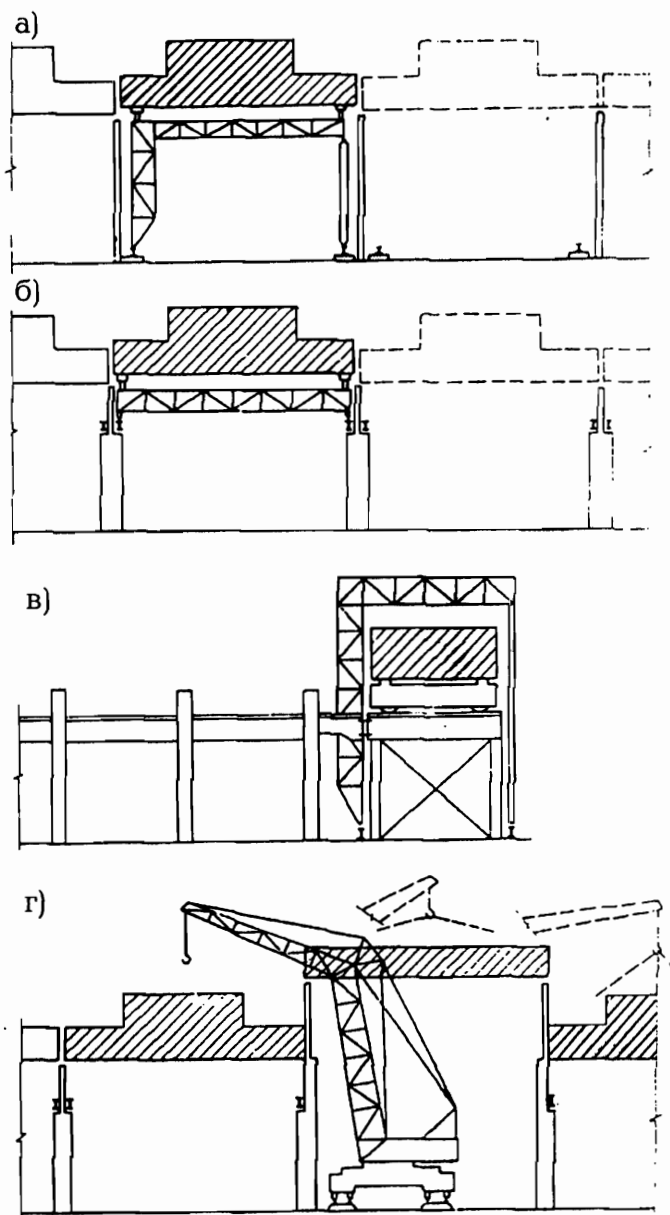


Рис. 11.18. Транспортирование и установка блоков покрытия: а – высоким установщиком; б – низким установщиком; в – козловым краном и низким установщиком; г – универсальным монтажным или башенным краном с подачей блока по путям крана

В монтажном пролете осуществляют работы по транспортированию, складированию, сборке и монтажу колонн, подкрановых балок, вертикальных связей и путей мостовых кранов. Одновременно в строительных пролетах выполняют работы по устрой-



ству подземных сооружений, тоннелей, каналов и фундаментов под технологическое оборудование. В этих же пролетах к началу монтажа колонн должны быть изготовлены фундаменты под каркас здания.

Возведение фундаментов под технологическое оборудование в монтажных пролетах, как правило, совмещают с монтажом блоков и завершают под смонтированным перекрытием.

С целью сокращения сроков строительства монтаж технологического оборудования производится после установки и закрепления блоков покрытия в пределах пролета или температурного отсека, монтажа и подключения мостовых кранов.

Разработку котлована рекомендуется осуществлять в три этапа:

- разработка общего котлована до уровня отметок основания монтажных пролетов;
- разработка траншей и котлованов в строительных пролетах до отметок заложения подошвы фундаментов под каркас здания;
- разработка котлованов в монтажных пролетах до отметок заложения фундамента под технологическое оборудование.

Для создания устойчивости конструкций каркаса при перемещении установщика с блоком покрытия необходимо обеспечить пригруз грунтом фундаментов под колонны до отметки, установленной расчетом.

Для устройства фундаментов под технологическое оборудование, монтажа сборных железобетонных конструкций подвалов, тоннелей и каналов в зависимости от условий производства работ следует применять при открытом способе производства работ – башенные и стреловые краны, бетононасосы с бетоносмесительными установками, а при закрытом способе – гусеничные и пневмоколесные стреловые краны, бетононасосы с бетоносмесительными установками, мостовые электрические краны.

После установки блоков покрытия в пределах температурного отсека или пролета начинают монтаж мостовых электрических кранов. Параллельно ведутся работы по заделке стыков кровли покрытия и последующего цикла работ по стыковке цеховых коммуникаций, размещаемых в межферменном пространстве.

В целях сокращения сроков строительства не только монтируемого здания, но и сооружаемого объекта в целом, необходимо совмещать производство работ по сооружению подземной и надземной частей на основе узлового метода и поточных способов производства строительно-монтажных работ.

В объектный поток, в отличие от традиционных способов строительства, дополнительно включаются следующие специализированные потоки:

- монтаж колонн каркаса и подкрановых балок с путями мостовых кранов;
- конвейерная сборка блоков;
- блочный монтаж покрытия;
- заделка стыков между блоками.

В комплексных графиках производства работ рассчитываются следующие виды объектных потоков:

- I) земляные работы;
- II) устройство фундаментов под каркас здания;
- III) монтаж колонн и подкрановых балок с путями мостовых кранов;

IV) устройство фундаментов под оборудования, возведение подземных сооружений и встроенных помещений;

V) конвейерно-блочный монтаж покрытия;

VI) монтаж технологического оборудования.

Для ведения поточного производства работ здание разбивается на строительные узлы (участки), а оборудование с фундаментами и коммуникациями - на технологические узлы, пространственные размеры и объемы работ в которых зависят от конструктивно-планировочных и технологических особенностей возводимого объекта. Как правило, комплекс работ (потоков), выполняемых на конвейерной линии и монтаже блоков, выделяются в самостоятельные строительные потоки. При этом необходима увязка других строительных работ с конвейерно-блочным монтажом, как ведущим специализированным потоком, выполняемым последовательно в каждом пролете.

Специализированными потоками, определяющими интенсивность смежных строительного-монтажных работ, являются: конвейерно-блочный монтаж покрытия, устройство фундаментов под оборудование и монтаж технологического оборудования.

На рис. 11.19 приведен пример увязки основных строительного-монтажных работ с конвейерно-блочным монтажом покрытия. Анализ циклограмм показывает, что для обеспечения ритмичного производства работ необходимо максимальное совмещение потоков по выполнению земляных работ, устройству фундаментов под каркас здания, монтаж колонн и подкрановых балок, возведению фундаментов под оборудование и др. Максимальное совмещение работ достигается расчетом потребного количества землеройной техники, транспорта, комплекта опалубочных систем, средств доставки и укладки бетонной смеси, состава бригад и квалификации рабочих.

В зависимости от расчетного срока возведения покрытия определяется интенсивность конвейерно-блочного монтажа:

$$J = \frac{n}{T_3},$$

где  $n$  - количество монтируемых блоков;  $T_3$  - заданная продолжительность возведения покрытия.

Общее число постов на конвейере определяется количеством строительных процессов и степенью их расчленения:

$$m = m_k + m_{kp} + m_{\text{мал}} + m_0,$$

где  $m_k$  - количество стоянок для укрупнительной сборки и монтажа металлоконструкций блоков покрытия;  $m_{kp}$  - количество стоянок для производства кровельных работ;  $m_{\text{мал}}$  - то же, для малярных;  $m_0$  - то же, для установки коммуникаций, размещаемых в межферменном пространстве.

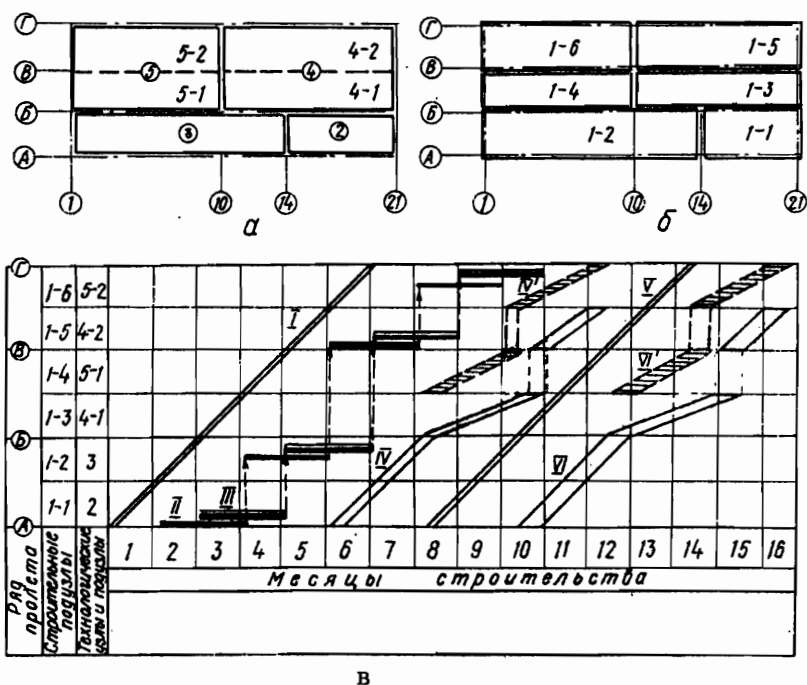


Рис. 11.19. Увязка основных строительно-монтажных работ с конвейерно-блочным монтажом покрытия: а - технологические узлы и подузлы; б - строительные подузлы; в - схема увязки основных СМР; I - земляные работы; II - устройство фундаментов под каркас здания; III - монтаж колонн и подкрановых балок; IV - возведение фундаментов под оборудование; V - конвейерно-блочный монтаж покрытия; VI - монтаж технологического оборудования

Сокращение сроков строительства достигается за счет максимального совмещения объектных потоков общестроительных работ, установки мостовых кранов, монтажа технологического оборудования и трубопроводов, отделочных и других работ, выполняемых в пролете после монтажа покрытия. При этом необходима пространственная и временная связь продолжительности выполнения ведущего потока - конвейерно-блочного монтажа покрытия с комплексом СМР - строительно-монтажных работ.

Достаточно сложные пространственно-временные связи строительных потоков иллюстрируются циклограммой работ, приведенной на рис. 11.20 при возведении прокатного цеха, состоящего из восьми пролетов по 36 м, одного - 24 м и двух - по 18 м с шагом колонн 12, 24 и 36.

Размеры цеха составляют - 1260x385,5 м. Максимальная масса объемного блока покрытия при шаге колонн 36x36 составляет 200 т.

На циклограмме осуществлена технологическая увязка шести комплексов (потоков) строительно-монтажных работ.

b

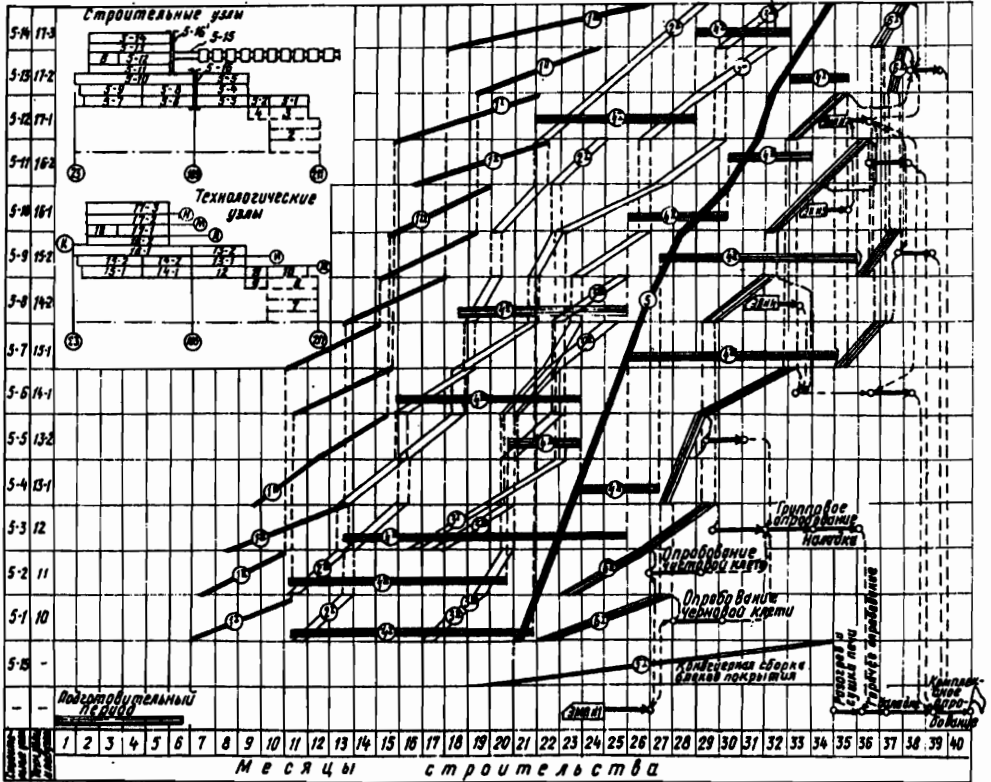


Рис. 11.20. Циклограмма увязки основных строительных, монтажных и пусконаладочных работ с конвейерно-блочным монтажом покрытия: 1<sup>I</sup> – 1<sup>V</sup> - земляные работы по разработке котлована; 2<sup>I</sup> – 2<sup>II</sup> - устройство фундаментов под колонны здания; 3<sup>I</sup> - 3<sup>IV</sup> – монтаж конструкций колонн и подкрановых балок; 4<sup>I</sup> - 4<sup>V</sup> – устройство тоннелей, каналов и фундаментов под технологическое оборудование; 5 – конвейерно-блочный монтаж покрытия; 6<sup>I</sup> - 6<sup>II</sup> – монтаж технологического оборудования

Взаимосвязь и технологическая увязка потоков позволяет оптимизировать продолжительность производства работ и минимизировать трудовые и материальные затраты путем сокращения простоев машин и механизмов и максимального ресурсообеспечения процессов.

### 11.10. Технология возведения быстромонтируемых зданий

**Конструктивно-технологические особенности БМЗ.** В основу быстромонтируемых зданий заложен принцип использования сборных железобетонных панелей и др. конструктивных элементов, совмещающих несущие и ограждающие функции.

Конструкции быстромонтируемых зданий выполняются пролетами 6, 12 и 18 м, одно- и многопролетные, одно- и двухэтажные. В качестве ограждающих конструкций и

перекрытий применяются типовые ребристые железобетонные плиты с эффективным утеплителем. Такие же плиты с элементами кровельного покрытия используются для устройства покрытий. Высота зданий определяется размером наружных стеновых панелей, которые составляют 6, 9 и 12 м.

При возведении зданий пролетом 12 м в качестве перекрытия используются сплошные плиты соответствующего размера, а при пролете 18 м выполняется из двух плит, объединенных в коньковой части сварным стыком и металлической затяжкой. Для многопролетных зданий в качестве промежуточных опор используются железобетонные колонны с подстропильными фермами.

Железобетонные плиты наружных стен выполняются ребристыми сплошного сечения, а также с проемами для оконных заполнений и ворот. Они теплоизолируются в условиях заводского производства и покрываются защитным слоем. Плиты покрытия многопролетных зданий могут иметь отверстия для установки светоаэрационных фонарей прямоугольной или круглой формы. Плиты покрытия выполняются с тепло- и гидроизоляционными слоями, обеспечивающими требуемую теплозащиту. Здания могут иметь крановое оборудование: кран-балки грузоподъемностью до 5 т или мостовые электрические краны грузоподъемностью до 15 т.

На рис. 11.21 приведена конструктивно-технологическая схема одноэтажного однопролетного здания. Наружные стены выполняются из сборных элементов - ребристых плит размерами 2980x6600 мм и высотой 6,6 м. Для устройства ворот используются ребристые плиты с проемом. В качестве перекрытия применяют ребристые плиты длиной 11860 мм и шириной 2980 мм. Для обеспечения сопряжений наружных стен и плит перекрытия используются наружные плиты. В зависимости от назначения здания его длина принимается кратной 3 м и составляет 24 м и более. Для обеспечения требуемой освещенности помещений наружные стеновые панели выполняются с проемами для оконных заполнений.

Быстромонтируемые однопролетные здания могут использоваться для возведения объектов различного технологического назначения: станций технического обслуживания, ремонтных мастерских, гаражей, котельных, а также производственных зданий сельскохозяйственного профиля.

На рис. 11.22 приведено конструктивное решение 3-пролетного здания с мостовыми кранами грузоподъемностью 15 т. Ширина пролета составляет 18 м при шаге колонн 12 м. Стеновые конструкции выполняются из железобетонных ребристых панелей высотой 12,0 м и шириной 2,98 м. Для размещения подкрановых балок и восприятия крановых нагрузок продольные ребра изготавливаются усиленного сечения и армирования. Они выполняют функции колонн. Колонны внутренних рядов двухветвевые. По их верхнему поясу устанавливаются подстропильные фермы.

Отличительной особенностью конструктивного решения является шпренгельная система покрытия, которая формируется из железобетонных ребристых плит длиной 9,3 м с затяжками. Изготовление кровельных блоков производится с использованием специального кондуктора, размещаемого на пневмошасси и установленного в зоне действия монтажного крана. С одной стороны блок покрытия опирается на стеновые панели, а с другой - на подкраново-подстропильную ферму.

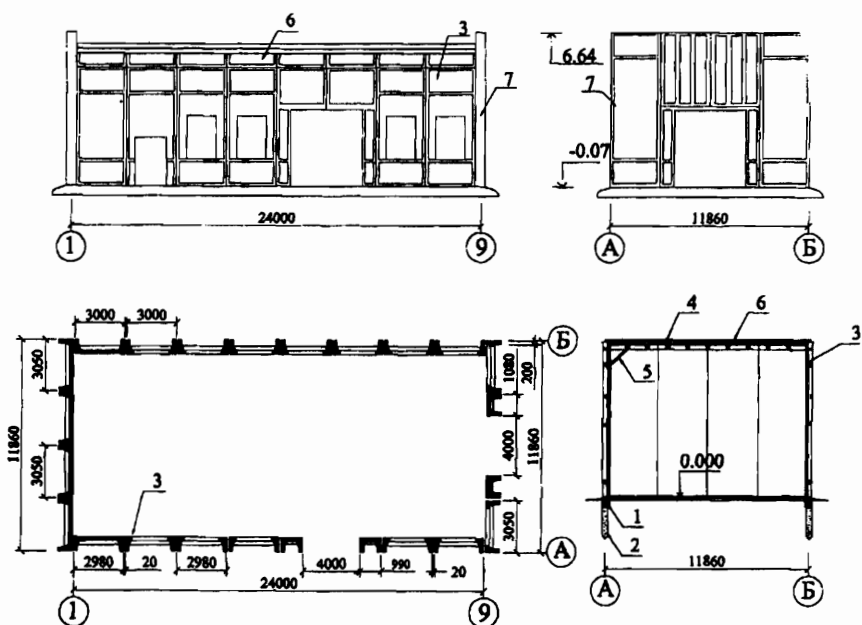


Рис. 11.21. Конструктивно-технологическая схема одноэтажного однопролетного БМЗ: 1 - свайный фундамент; 2 - монолитный ростверк; 3 - панели наружных стен; 4 - панели покрытия; 5 - раскос; 6 - фризная панель; 7 - торцевые панели

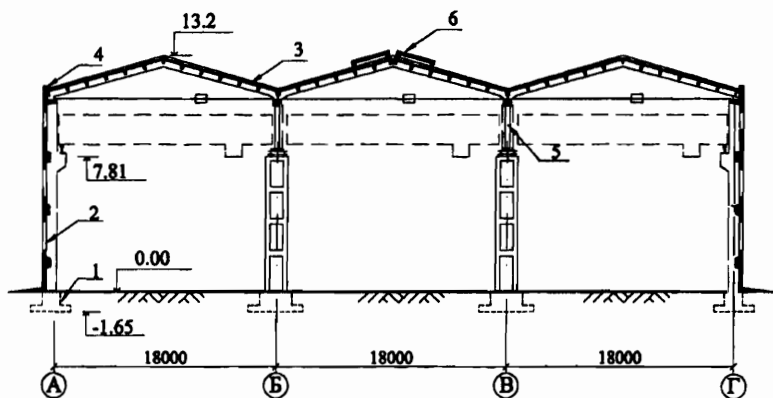


Рис. 11.22. Конструктивное решение многопролетного быстромонтируемого здания: 1 - фундамент под стены и колонны; 2 - панели наружных стен; 3 - кровельная панель; 4 - фризный элемент; 5 - подкраново-подстропильная ферма; 6 - зенитный фонарь

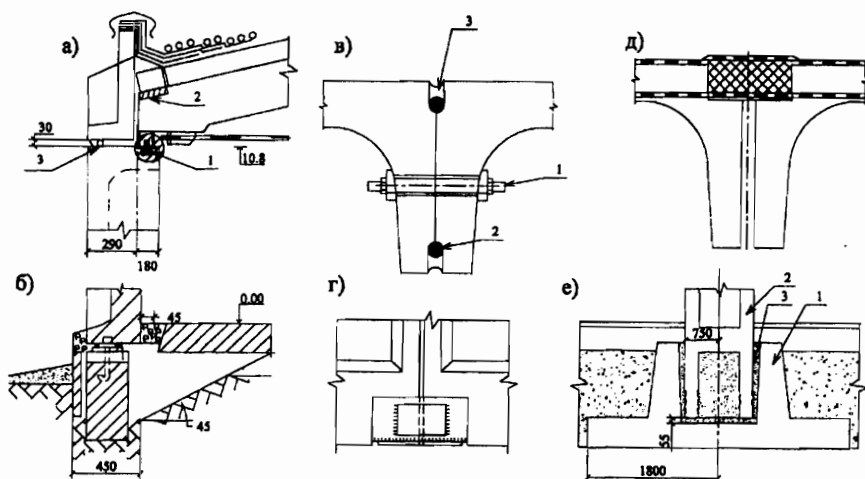


Рис. 11.23. Узлы и соединения элементов быстромонтируемых зданий: а - узел соединения панели покрытия и фризовой панели с наружной стеновой панелью: 1 - фиксатор; 2 - свариваемые закладные детали фризовой панели и панели покрытия; 3 - гермитовый шнур; б - соединение наружной панели с элементом фундамента: 1 - закладная деталь; 2 - болтовое соединение; в - соединение панелей наружных стен: 1 - стяжной болт; 2 - гермитовые шнуры; 3 - расшивка шва цементно-песчаным раствором; г - соединение наружных панелей сварными накладками; д - термовкладыш стыка панелей покрытия с гидроизоляцией; е - схема размещения колонны в стакане фундамента: 1 - фундамент; 2 - колонна; 3 - омоноличивание стыка

Здания с мостовыми кранами выполняются одно-, двух- и многопролетными с постоянной шириной пролета 18 м. Они могут быть использованы для организации различных производств, требующих грузоподъемных механизмов.

Интенсификация процесса сборки зданий достигается за счет применения укрупненных конструктивных элементов заводской готовности, а также ряда технических решений, обеспечивающих высокую степень точности сборки элементов зданий. Применение фиксаторов, болтовых и сварных соединений (рис. 11.23), приспособлений для укрупнения, выверки и проектного крепления является основой технологии быстромонтируемых зданий и позволяет снизить трудоемкость работ в 2,5...3 раза по сравнению с традиционными зданиями аналогичного назначения. Этому способствует также комплексная поставка всех строительных конструкций с одного завода железобетонных изделий.

**Технология производства работ.** Процесс возведения быстромонтируемых зданий осуществляется по двух-, трехциклическим технологиям с применением поточных методов производства работ, индустриальных технологий и комплексной механизацией процессов.

*Работы подготовительного периода.* Они состоят в вертикальной планировке площадки, разбивке здания на местности, устройстве временных подъездных путей, электроснабжении, обустройстве бытовыми и складскими инвентарными помещениями-

ми. Цикл подготовительных работ, как правило, выполняется с применением средств комплексной механизации, обеспечивающей подготовку площадки за короткий промежуток времени.

*Работы нулевого цикла.* Быстромонтируемые здания возводятся на ленточных, столбчатых и свайных фундаментах. Наиболее рациональным является использование свайных фундаментов в виде коротких забивных или буронабивных свай с монолитным ростверком. Применение свайных фундаментов позволяет до минимума свести объемы земляных работ, что существенно важно при скоростном строительстве зданий.

Устройство свайного ростверка, как правило, совмещается с бетонной подготовкой под полы. Такое решение создает благоприятные условия для размещения зон укрупнительной сборки, доставки и складирования сборных элементов, а также перемещения кранов при монтаже конструкций.

В процессе устройства монолитного ростверка в местах расположения наружных стеновых панелей размещаются закладные детали, которые являются основанием для их крепления в проектное положение. Основным требованием при устройстве ростверка является соблюдение отметок монтажного горизонта и проектного положения закладных деталей.

Параллельно работам по устройству ростверка выполняется комплекс строительных процессов по гидроизоляции, дренажу, прокладке инженерных сетей, работам, обеспечивающим функционирование и эксплуатационную надежность здания.

При возведении многопролетных зданий фундаменты под колонны выполняются в сборном варианте стаканного типа. Их монтаж осуществляется самоходными пневмоколесными кранами с геодезическим обеспечением точности установки.

**Возведение однопролетных зданий.** Технологическая последовательность возведения надземной части однопролетных зданий состоит в монтаже панелей наружных стен и плит перекрытия. Для обеспечения устойчивости стенового ограждения процесс монтажа осуществляется с установки угловых элементов, являющихся базовыми. На фундамент панели устанавливаются на болтовые соединения и объединяются с соседними панелями через специально оставляемые отверстия шпильками на резьбе. Пространственная жесткость здания обеспечивается сваркой подкосов в верхних углах стеновых панелей.

Применяют раздельный или комплексный методы монтажа конструкций (рис. 11.24). Для установки элементов в проектное положение используется комплект приспособлений выверки и временного крепления с геодезическим контролем точности установки.

Как правило, монтажные работы выполняются с применением одного или двух кранов с доставкой автотранспортом сборных конструкций по часовым графикам, соответствующим последовательности установки элементов.

Для монтажа стеновых элементов используются краны грузоподъемностью 10 т, а установки плит перекрытия – 16 т. Наиболее рациональным является посекционный монтаж сборных элементов, когда последовательно устанавливаются две наружные панели стен, объединяются с ранее смонтированными с помощью шпилек. На их торцы устанавливается плита перекрытия.

Заключительным этапом монтажных работ является установка торцовых элементов стеновых панелей.



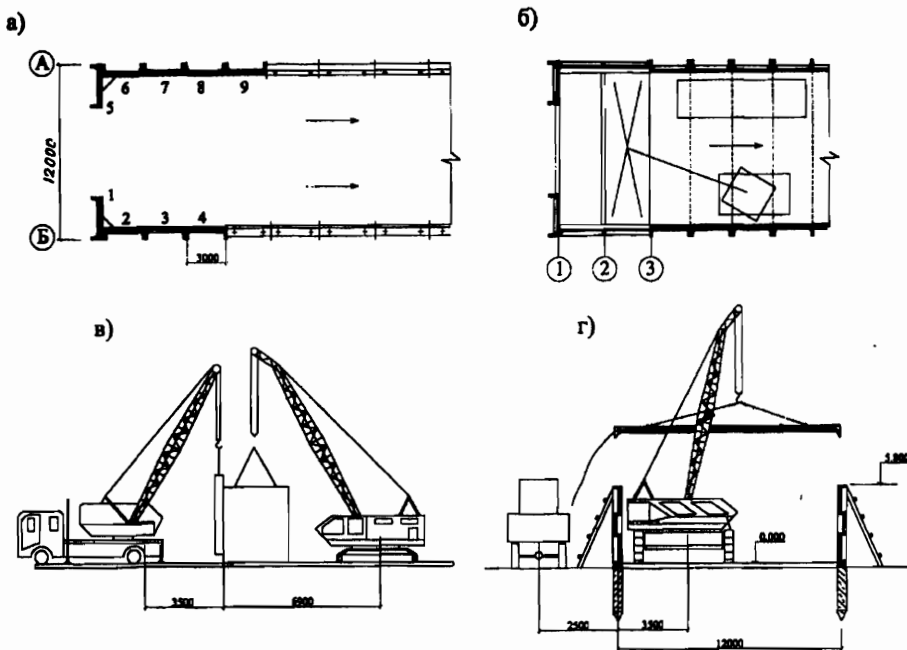


Рис. 11.24. Технологические схемы монтажа однопролетного здания: а - монтаж наружных стен; б - монтаж покрытия и фризových панелей; в, г - технологические схемы монтажа наружных панелей и панелей покрытия

Цикл послемонтажных работ включает строительные процессы по заделке стыков, тепло- и гидроизоляции стыков плит перекрытия, устройству кровельных элементов, антикоррозионной защите сварных соединений.

Отдельным потоком ведутся сантехнические, электромонтажные и отделочные работы.

Интенсивность технологии возведения характеризуется низкой удельной трудоемкостью строительно-монтажных работ, которая составляет 0,5...0,6 чел·ч на 1 м<sup>2</sup> площади. Это является основой снижения сроков строительства. Так, продолжительность возведения надземной части однопролетного здания размерами 12x24 м составляет 3 рабочих смены при выполнении монтажных процессов звеном в составе 5 чел.

**Возведение многопролетных зданий.** Возведение надземной части многопролетных зданий выполняется, как правило, несколькими технологическими потоками, раздельным и комбинированным методами монтажа сборных конструкций. Последовательность монтажа конструктивных элементов состоит в установке колонн, панелей наружных стен, подкраново-подстропильных ферм и монтаже кровельных панелей.

Опережающим потоком является монтаж колонн, требующий омоноличивания стыков и соответствующего периода набора 70%-ной прочности бетона.

Остальные конструктивные элементы монтируются комбинированным методом. Параллельно с процессом монтажа производится укрупнительная сборка кровельных панелей и их подача в монтажную зону.

Укрупнительная сборка осуществляется на кондукторе, расположенном на автомобильном шасси. Первоначально устанавливаются две плиты и создается коньковый шарнир. Затем устанавливается затяжка и плиты приподнимаются. Коньковый узел сваривается с применением накладок, а затяжка натягивается до проектных значений. Для производства работ по возведению зданий пролетом 18 м рекомендуется использовать два крана - для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Подбор кранов осуществляется с учетом максимальной массы элементов покрытия при осевой проходе колонн и стеновых панелей при движении крана параллельно оси монтируемых элементов.

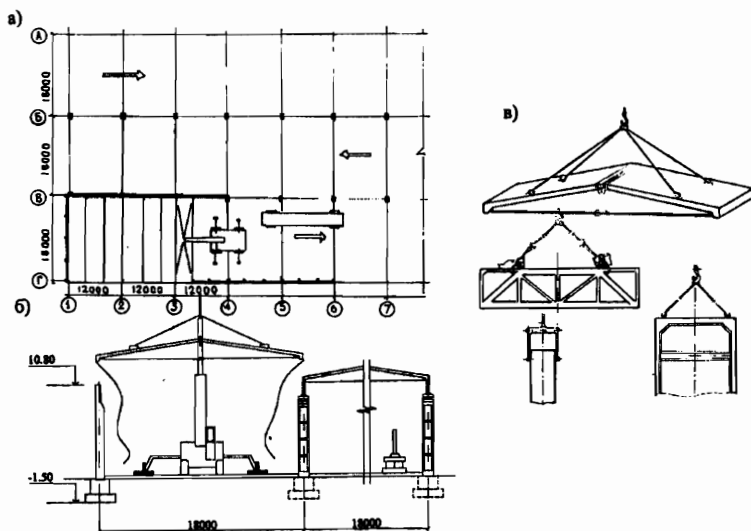


Рис. 11.25. Технологическая схема монтажа 3-пролетного здания: а - технологическая последовательность монтажа элементов БМЗ; б - монтаж панелей покрытия; в - схемы строповки сборных элементов быстромонтируемого здания

На рис. 11.25 приведена технологическая схема и последовательность производства монтажных работ при возведении 3-пролетного здания.

Монтаж стеновых панелей производится путем первоначального образования углового устойчивого элемента. Затем методом последовательного наращивания осуществляется установка прилегающих панелей с болтовым креплением к основанию и ребру соседней панели.

После установки подкраново-подстропильной фермы осуществляется монтаж плиты покрытия. Затем цикл повторяется.

В табл. 11.4 приведен примерный график производства работ по монтажу элементов торцевой и рядовой ячеек. Увязка технологических потоков укрупнительной сборки, погрузочно-разгрузочных и других строительных процессов позволяет осуществить непрерывный цикл монтажных работ.

При выполнении монтажного цикла производства работ особое внимание уделяется геометрической точности установки панелей, колонн, подкраново-подстропильных ферм. Этому способствует непрерывная работа геодезической службы.

Значительные габаритные размеры сборных элементов требуют использования специальных средств выверки и временного крепления, обеспечивающих помимо этого устойчивость монтируемых конструкций от различных нагрузок и безопасность производства работ.

Таблица 11.4

График монтажа торцевой и рядовой ячеек БМЗ с размером пролета 18 м

№ п/п	Виды работ	Нормы времени		Рабочие дни и смены															
		ч. час	м. час	1		2		3		4		5		6		7			
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1	Монтаж колонн	8,2	1,64	—————															
2	Укрупнительная сборка кровельных панелей	7,05	2,3																
3	Монтаж ферм	8,5	1,7																
4	Монтаж рядовых стеновых панелей	4,8	1,2																
5	Монтаж ПК	7,5	1,5																
6	Монтаж торцевых стеновых панелей	3,82	0,96																
7	Монтаж угловых элементов	3,3	0,83																
8	Монтаж карнизных панелей	3,24	0,81																
9	Погрузочно-разгрузочные работы	1,08	0,54	—————															

### 11.11. Особенности возведения зданий зального типа

Традиционные объемно-планировочные и конструктивные решения унифицированных одноэтажных производственных зданий обладают рядом недостатков, к числу которых следует отнести:

а) попролетная ориентация производственных помещений часто не позволяет оптимально для технологического процесса размещать производственное оборудование;

б) размеры пролетов ячеек зданий (пролет 18...24 м, шаг 6...12 м) сокращают на 15-20% возможность эффективного использования производственных площадей в период эксплуатации здания;

в) передача крановых нагрузок на каркас здания приводит к утяжелению конструкций и затрудняет возможности дальнейшей модернизации производства;

г) нецелесообразность монтажа одним краном разноименных железобетонных конструкций, имеющих большую разницу в массе, приводит к усложнению условий организации строительного производства и удорожанию строительства.

На основе анализа условий эксплуатации одноэтажных зданий быстрой возводимости и легкой приспособляемости к изменяющимся производственным условиям были разработаны конструктивные и объемно-планировочные решения зданий зального типа с автономной строительной и технологической частью (технологическое, инженерное, подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование).

Покрытия таких зданий выполняются из пространственных конструкций-структур, перекрестных ферм, оболочек и др. Конструкции покрытий собираются на нулевой отметке (рис. 11.26) и поднимаются кранами, домкратными устройствами или пневмоподъемниками (рис. 11.27).

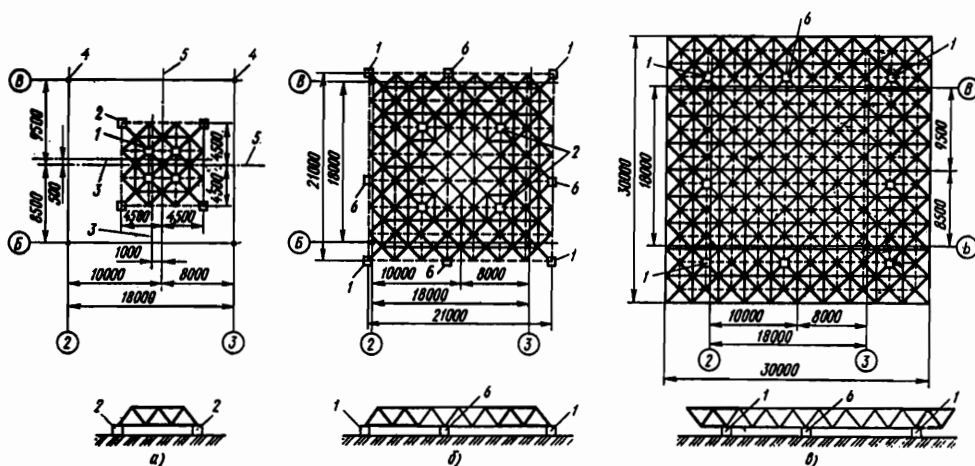


Рис. 11.26. Последовательность сборки блоков покрытия типа "Кисловодск": а – центральная часть блока; б – блоки, укрупненные до размеров 21х21 м, в – то же, до размеров 30х30 м; 1, 2, 6 – опоры; в – то же, до размеров; 3 – ось проектного положения блока; 4 – колонна; 5 – ось укрупняемого блока

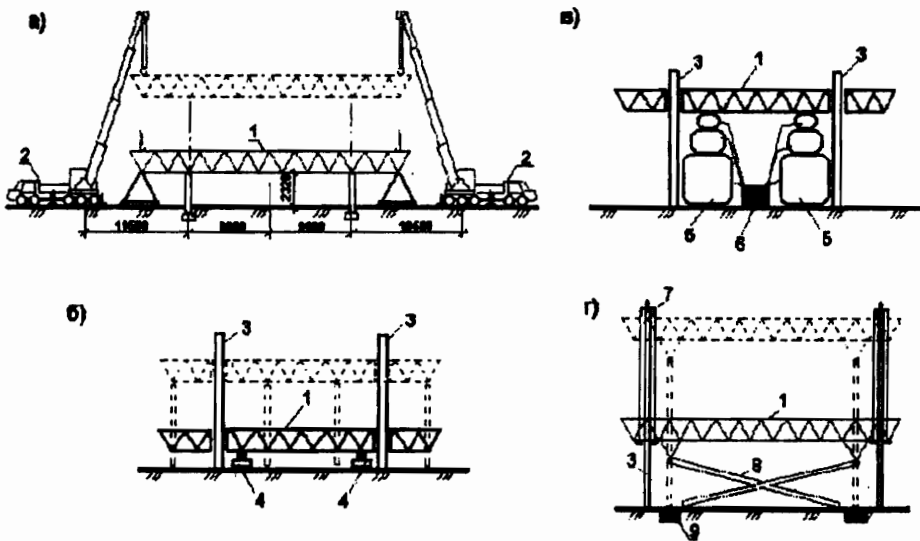


Рис. 11.27. Варианты подъема структурных покрытий: а - двумя кранами; б - домкратами; в - пневмокамерами; г - подъемниками; 1 - структурное покрытие; 2 - кран; 3 - колонны или стойки для подъема; 4 - гидравлические домкраты; 5 - пневмоподъемники; 6 - компрессор; 7 - подъемник, смонтированный на стойке; 8 - опорные колонны; 9 - фундаменты

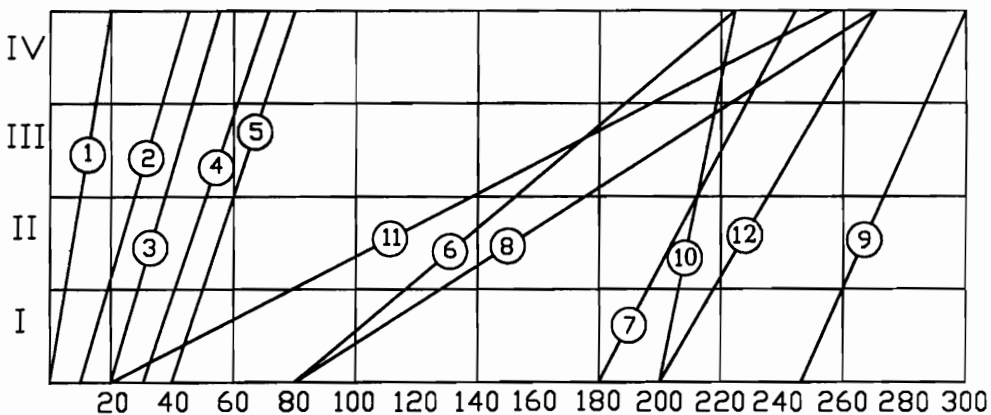


Рис. 11.28. Циклограмма поточного производства работ при возведении промздания зального типа: 1 - земляные работы; 2 - устройство фундаментов; 3 - обратная засыпка пазух; 4 - устройство бетонной подготовки каналов; 5 - устройство силовой железобетонной плиты; 6 - монтаж конструкций; 7 - устройство кровли; 8 - отделочные работы; 9 - работы по благоустройству площадки; 10 - монтаж кранов и оборудования; 11 - специальные работы; 12 - установка технологического оборудования

Для зданий этого типа наиболее предпочтительной представляется схема совмещенного выполнения строительно-монтажных работ и установки технологического оборудования. На графике поточного производства работ (рис. 11.28) представлены циклограммы специализированных потоков, начало и продолжительность частных потоков, очередность выполнения из условия, что монтаж технологического оборудования начинается после окончания работ по бетонированию силовой плиты, а установка технологических кранов - сразу после подъема и закрепления конструкций покрытия.

В случае применения козловых технологических кранов покрытие зальных промзданий может быть выполнено с использованием этих кранов. Последовательность выполнения работ по монтажу надземной части таких зданий включает следующие технологические циклы:

- установка колонн по периметру здания;
- работы по бетонированию силовой плиты;
- монтаж технологических козловых кранов и стенов укрупнительной сборки конструкций покрытия;
- укрупнение и подъем конструкций покрытия;
- работы по сварке узлов и натяжению нижних поясов ферм;
- устройство стенового ограждения.

Монтаж укрупненных конструкций покрытия может осуществляться одним монтажным краном с использованием промежуточных опор, двумя синхронно работающими кранами или выталкиванием всего покрытия пневматическими или гидравлическими подъемниками.

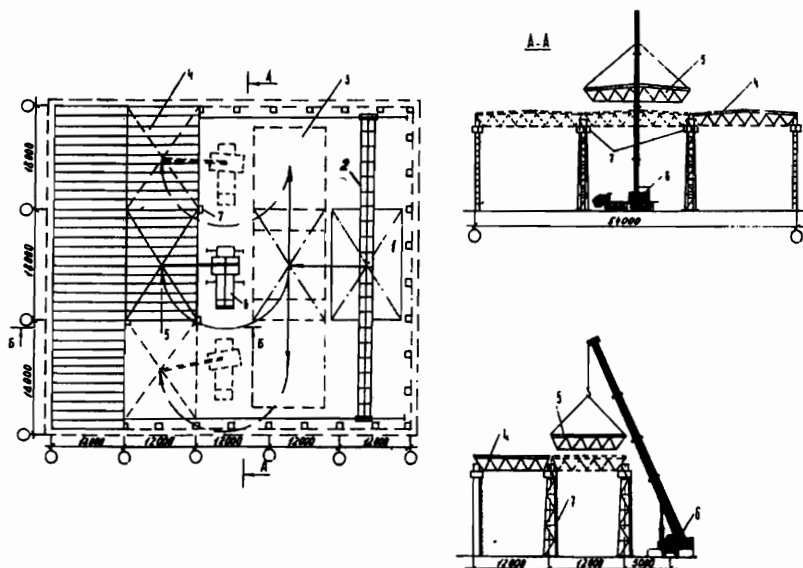


Рис. 11.29. Монтаж покрытия зданий зального типа методом полунавесной сборки: 1 - сборочный стенд; 2 - козловый кран; 3 - монтажная площадка; 4 - структурный блок установленный; 5 - структурный блок монтируемый; 6 - монтажный кран; 7 - временная опора

На рис. 11.29 приведена схема возведения методом полунавесной сборки покрытия зального промздания размером 54×60 м структурными блоками с профилированным стальным настилом. Структурные блоки размером 12×18 м собираются на стенде 1 и козловым краном 2 подаются на монтажную площадку 3. Для подъема и установки блоков на колонны и временные опоры 7 использован стреловой кран 6 на шасси автомобильного типа марки КАТО-750 VS-L, грузоподъемностью 75 т с длиной телескопической стрелы 44 м.

Порядок выполнения работ состоит в:

- сборке структурного блока и подаче его на монтажную площадку козловым краном;
- подъеме и установке блока на временные опоры с помощью монтажного крана;
- подъеме и установке двух последующих блоков;
- сварке стыков блоков и преднапряжение их нижних поясов;
- снятии и перестановке опор.

### **11.12. Монтаж ограждающих конструкций**

Монтаж стеновых панелей осуществляется после возведения несущего каркаса или его части. Стеновые панели монтируются сразу на всю высоту ячейки или ярусами, высота которых зависит от конкретных условий строительства.

Стеновые панели устанавливаются в кассетах между краном и стеной, за краном, с обеих сторон крана гусеничными, пневмоколесными или специально оборудованными кранами, движущимися по периметру здания (рис. 11.30). При горизонтальной разрезке длина панелей соответствует шагу колонн, а их высота составляет 1,2 и 1,8 м. Навесные панели устанавливаются на привариваемые к колоннам "столики" и соединяются посредством крепления, допускающего их взаимное смещение относительно друг друга при температурных деформациях.

Панели остекления имеют габаритные размеры и конструкции креплений к колоннам такие же, как и стеновые панели.

Монтаж стеновых панелей длиной 12 м требует применения специальной монтажной траверсы.

При вертикальной разрезке используются облегченные стеновые панели на всю высоту здания. В этом случае при монтаже учитывается расположение оконного заполнения и используются краны меньшей грузоподъемности.

Для повышения интенсивности производства работ применяется технологическая схема, основанная на укрупнительной сборке элементов ограждения на 1...2 шага колонн и их установке методом поворота в вертикальное положение. Для укрупнительной сборки используется специальный кондуктор, обеспечивающий расположение всех элементов ограждения, их фиксацию и временное крепление. После установки в проектное положение осуществляется цикл крепежных работ к элементам каркаса здания.

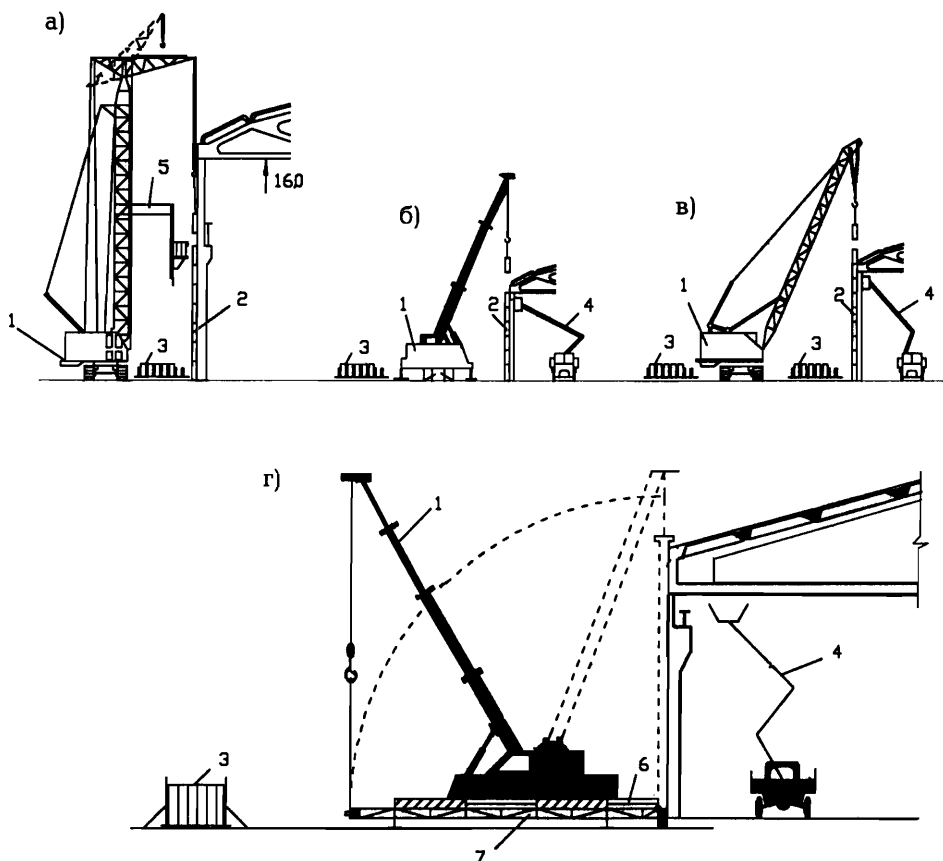


Рис. 11.30. Технологические схемы монтажа стенового ограждения: а - специальным краном с подвижной площадкой; б - стреловым краном на пневмоколесном ходу; в - гусеничным краном; г - укрупненными панелями на высоту здания; 1 - кран; 2 - стеновая панель; 3 - кассета со стеновыми панелями; 4 - вышка с рабочей площадкой; 5 - консольная перемещаемая по башне площадка; 6 - укрупненная панель на высоту здания; 7 - кондуктор

### 11.13. Технология заделки стыков

В зависимости от конструктивного решения заделка стыков включает в себя: сварку; защиту закладных деталей от коррозии; герметизацию (для наружных стеновых панелей); замоноличивание раствором или бетонной смесью. Трудоемкость заделки стыков может достигать 75 % общей трудоемкости монтажных работ.



При устройстве сварных стыков осуществляют контроль правильности расположения закладных деталей, очищают их от грязи и ржавчины. Основным способом сварки является электродуговая электродами типа Э-42.

Защиту сварных соединений осуществляют омоноличиванием бетоном или нанесением защитных лакокрасочных или металлизированных покрытий. В каждом конкретном случае принимается технология, обеспечивающая высокий уровень надежности и долговечности. Требуемый уровень надежности достигается лишь при условии эксплуатации конструкции в сухих внутренних помещениях. Для стыков, соприкасающихся с атмосферными осадками, применяется технология металлизации сварных соединений или металлизации с последующим нанесением защитного слоя из мелкозернистого бетона.

В качестве металлизированной защиты применяется главным образом цинк, имеющий более отрицательный потенциал, чем сталь. При повреждении покрытия между этими металлами образуется гальванопара, и в поврежденном месте цинк заполняет образовавшиеся трещины и предотвращает коррозию стали.

Напыление расплавленного цинка производят не позднее чем через 3 дня после сварочных работ.

Герметизация стыков стеновых панелей заключается в укладке в стык в процессе монтажа пористых прокладок (пороизол, гернит и др.) и последующей зачеканке швов уплотняющей мастикой (тиоколовой, полиизобутиленовой и т.п.) с наружной стороны здания с помощью специальных шприцев.

Наиболее трудоемким процессом при заделке стыков является замоноличивание. Бетонная или растворная смесь подвижностью 6...12 см укладывается в стык под давлением с помощью специального оборудования (пневмонагнетатели, цемент-пушки и др.) или свободно. В последнем случае смесь уплотняют вибраторами или штыкованием. Учитывая небольшие размеры зазоров между элементами, глубинные вибраторы снабжаются приспособлениями в виде специальных наконечников.

Стык колонны с фундаментом при временном креплении колонн кондукторами или растяжками замоноличивается за один прием, а при временном креплении клиньями или клиновыми вкладышами - за два приема: до нижнего уровня клиньев, а после достижения бетоном 25%-ной прочности клинья вынимают и стык домонolithивают.

Стык колонны с подкрановыми балками замоноличивается с установкой опалубки, а при разрезной схеме работы балок выполняется открытым.

Стыки плит покрытий и стеновых панелей заполняются раствором. В соответствии с требованиями проекта в шве плит покрытия может устанавливаться арматурный каркас, а для предотвращения вытекания раствора устраивается подвесная опалубка.

#### **11.14. Геодезический контроль точности монтажа конструкций**

Геодезическое обслуживание при монтаже сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий состоит в обеспечении проектного планового, высотного и вертикального положения конструкций на стадии временного и окончательного закрепления элементов. Геодезическую основу контрольных измерений составляют разбивочные оси, установочные риски на боковых гранях конструкций, реперы, марки и маяки.

Основным конструктивным элементом каркасов является колонна. Поэтому геодезический контроль вертикальности колонн является наиболее ответственным и осуще-

ствляется при помощи двух теодолитов, один из которых устанавливается в плоскости продольной оси, другой - в плоскости поперечной оси здания.

С помощью системы осевых точек, разбивочных осей и рисков на гранях колонн осуществляют контроль вертикальности элементов. В процессе производства работ составляют исполнительные схемы плано-высотного положения всех монтируемых конструкций, которые способствуют достижению необходимой точности и собираемости каркаса здания.

При составлении исполнительных схем расчетом определяют суммарные характеристики точности замыкающих цепей конструкций и их элементов, в которых компенсируются погрешности технологических операций и процессов. Задача сводится к определению функционального допуска установки элементов каркаса по известным значениям технологических допусков каждого.

Суммарный допуск определяется расчетным путем при условии полной собираемости элементов по формуле:

$$\Sigma \Delta_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2 \cdot \Delta_i^2}$$

где  $A_i$  - передаточное отношение, характеризующее пропорциональность изменения замыкающего звена при отклонении размера составляющего звена цепи;

$\Delta_i$  - технологические допуски;

$n$  - число технологических допусков, влияющих на точность замыкающего звена.

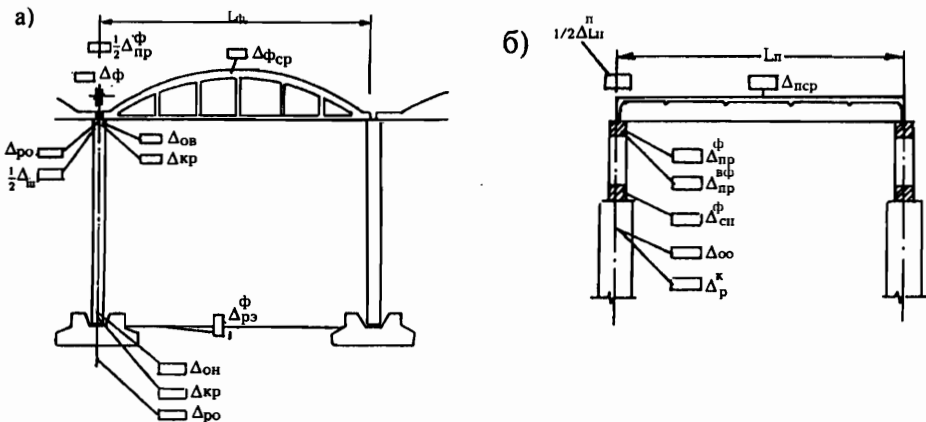


Рис. 11.31. Схема полей допусков при монтаже каркаса одноэтажного промздания:  
а - для поперечного разреза; б - для элементов продольного разреза

Порядок выполнения расчета точности:

- 1) вычерчивается эскиз конструкции или отдельных узлов;
- 2) устанавливается технологическая последовательность монтажа элементов и монтажные ориентиры. В качестве ориентиров используются грани или оси элементов, а при ограниченно-свободном монтаже - ограничивающие устройства. Количество огра-

ничающих устройств должно быть достаточным для обеспечения заданного пространственного положения элемента;

3) проводится анализ составляющих звеньев цепи погрешностей и разрабатывается структурная схема полей допусков, обозначаемых прямоугольниками. Каждому допуску присваивается буквенный индекс;

4) решается уравнение точности, устанавливаются величины технологических допусков, вводимых в уравнение.

Основным параметром точности при монтаже колонн является допуск неперпендикулярности. Низ колонны устанавливаются в стакан фундамента в соответствии с рисками, а верх - с использованием теодолита. Невертикальность колонны определяется погрешностями при установке низа и верха.

Погрешности при установке колонны зависят от точности разбивки установочных рисок  $\Delta_p^k$  и совмещения их с положением разбивочной оси в основании  $\Delta_{он}$  и вершине  $\Delta_{ов}$  колонны. Таким образом, неперпендикулярность колонны  $\Delta_{нк}$  может быть определена по формуле:

$$\Delta_{нк} = \sqrt{2(\Delta_p^k)^2 + (\Delta_{он})^2 + (\Delta_{ов})^2}.$$

Значения допустимых отклонений  $\Delta_p^k$ ,  $\Delta_{он}$ ,  $\Delta_{ов}$  принимаются в зависимости от высоты колонны.

Основными параметрами точности сборки несущих конструкций покрытия являются допуски длины опирания, отклонения зазоров в углах сопряжения, являющихся компенсаторами накопленных погрешностей при монтаже колонн.

Допуск зазора между фермами определяется следующим образом:

$$\Sigma \Delta_{нк} = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_p^k)^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{ов})^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{ро})^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{Lu})^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{фер})^2},$$

где  $\Delta_{ро}$  - допуск разбивки осей в плане;

$\Delta_{Lu}$  - допуск при изготовлении ферм;

$\Delta_{фер}$  - допуск погрешности установки фермы.

Допуск длины опирания фермы на колонны рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{оп.ф} = \sqrt{\frac{1}{4}(\Delta_{ро})^2 + \frac{1}{4} \cdot 2(\Delta_p^k)^2 + \frac{1}{4}(\Delta_{ов})^2 + \frac{1}{4}(\Delta_{Lu})^2 + (\Delta_{фер})^2}.$$

С учетом независимого характера возникновения и влияния погрешностей на смещение осей ферм на опорах от проектного положения, допуск размера пролета между осями верхних поясов ферм определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}}^{\Phi} = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_{\text{ро}})^2 + (\Delta_{\text{р}}^{\text{к}})^2 + (\Delta_{\text{пз}}^{\Phi})^2 + (\Delta_{\text{су}}^{\Phi})^2 + 2(\Delta_{\text{св}}^{\Phi})^2 + 2(\Delta_{\text{Лу}}^{\Phi})^2 + \frac{1}{4}(\Delta_{\text{пр}}^{\Phi})^2};$$

где  $\Delta_{\text{пз}}^{\Phi}$  - погрешность разбивки осевых рисок фермы и совмещения их с установочными рисками колонн  $\Delta_{\text{су}}^{\Phi}$ ;

$\Delta_{\text{св}}^{\Phi}$  - погрешность в размерах верхнего пояса фермы;

$\Delta_{\text{Лу}}^{\Phi}$  - погрешность изготовления фермы по длине;

$\Delta_{\text{пр}}^{\Phi}$  - погрешность изготовления фермы по ширине.

Допуск длины опирания плиты определяется по формуле:

$$\Sigma \Delta_{\text{n}} = \sqrt{\frac{1}{4}(\Delta_{\text{пр}}^{\Phi})^2 + \frac{1}{4}(\Delta_{\text{Лу}}^{\text{n}})^2 + (\Delta_{\text{п.ср.}})^2 + \frac{1}{4}(\Delta_{\text{пр}}^{\text{в}\Phi})^2};$$

где  $\Delta_{\text{Лу}}^{\text{n}}$  - допуск по ширине плиты при ее изготовлении;

$\Delta_{\text{п.ср.}}$  - допуск по ширине плиты в ее середине;

$\Delta_{\text{пр}}^{\text{в}\Phi}$  - погрешность изготовления ферм по ширине поясов.

С учетом классов точности определяют значения отклонений и допусков для каждого узла каркаса. По данным расчета строится схема полей допусков. Схемы допусков для каркаса одноэтажного здания приведены на рис. 11.31.

Предельные отклонения при монтаже сборных железобетонных элементов одноэтажных промзданий не должны превышать величин, установленных СНиП.

## ГЛАВА 12. ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

### 12.1. Краткие сведения о конструктивных и объемно-планировочных решениях многоэтажных зданий

Назначение промышленных зданий состоит в обеспечении необходимых условий для выполнения технологических процессов производства. К гражданским зданиям дополнительно предъявляются требования повышенной архитектурной выразительности.

Многоэтажные здания более предпочтительны для предприятий, требующих больших площадей с легким производственным оборудованием статического характера. В таких зданиях можно более компактно организовать технологический процесс, сократить протяженность коммуникаций, рационально использовать строительную площадку, что является немаловажным обстоятельством в условиях городской застройки.

Здания строятся каркасными и бескаркасными, прямоугольными в плане, без перепадов высот (рис 12.1). Все размеры несущих и ограждающих элементов кратны номинальным размерам планировочного модуля 0,5 м и высотного - 0,6 м. Сетка колонн кратна укрупненному планировочному модулю 1,5 м.

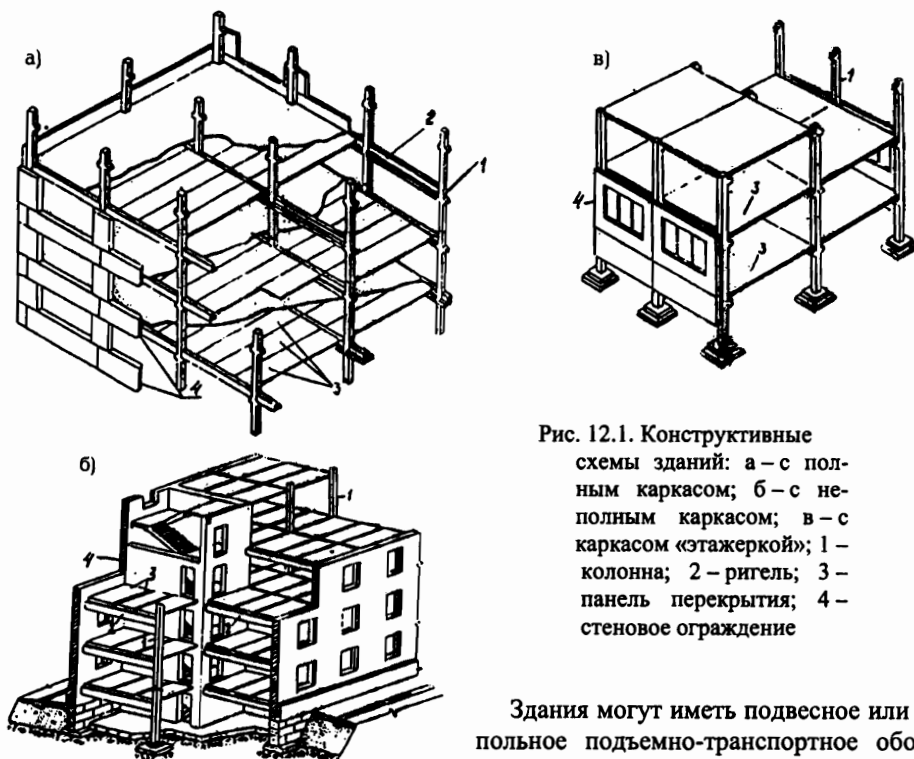


Рис. 12.1. Конструктивные схемы зданий: а – с полным каркасом; б – с неполным каркасом; в – с каркасом «этажеркой»; 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – панель перекрытия; 4 – стеновое ограждение

Здания могут иметь подвесное или напольное подъемно-транспортное оборудование (кран-балки, монорельсы, конвейеры и транспортеры, электро- и автокары). В таких зданиях размещаются предприятия легкой, радиотехнической, химической промышленности и ряда других отраслей.

Потребностям промышленности удовлетворяют здания, выполненные из сборных железобетонных элементов с сеткой колонн  $6 \times 6$  м или  $6 \times 9$  м, высотой этажей 3.6-7.2 м, количество этажей от 2 до 12, с размерами температурных блоков до 60 м. В верхних этажах сетка колонн может быть разреженной.

Колонны первого яруса обычно устанавливаются в стаканы столбчатых фундаментов и замоноличиваются. Нарращивание колонн последующих ярусов производится с соединением электросваркой стыков, располагаемых обычно выше верха плиты перекрытия на 1 м/0,6 м.

Конструктивные схемы зданий выполняются по рамной схеме с восприятием горизонтальных усилий жесткими узлами рам и рамно-связевой схеме - с передачей усилий на поперечные и торцевые стены, стены лестничных клеток и лифтовых шахт.

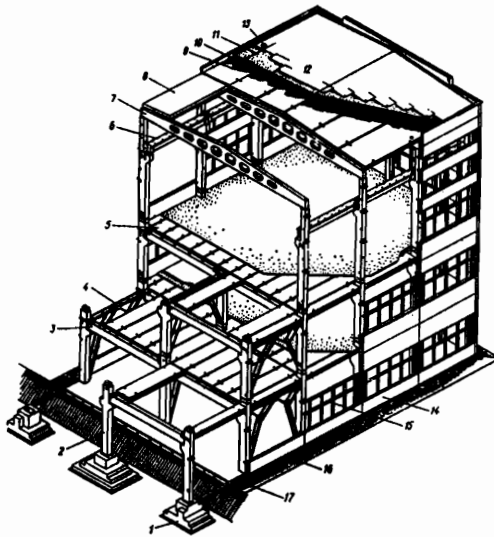


Рис. 12.2. Основные элементы многоэтажного здания со сборным железобетонным каркасом: 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – ригель междуэтажного перекрытия; 4 – вертикальные связи между колоннами; 5 – плита междуэтажного перекрытия; 6 – подкрановая балка; 7 – балка покрытия; 8 – плита покрытия; 9 – пароизоляция; 10 – утеплитель; 11 – выравнивающий слой; 12 – кровельный ковер; 13 – воронка внутреннего водостока; 14 – стеновая панель; 15 – оконная панель; 16 – отмостка; 17 – фундаментная балка

При рамной конструкции (рис. 12.2) каркас здания состоит из образованных колоннами и поперечно располагаемыми ригелями ряда многоярусных рам. По полкам ригелей (по верху при больших нагрузках от крупноразмерного оборудования) укладываются ребристые или пустотные плиты и настил. В поперечном направлении устойчивость здания обеспечивается жесткими узлами, образованными ванной сваркой выпусков арматуры, сваркой закладных деталей колонн и ригелей с замоноличиванием всех узлов. В продольном направлении устойчивость обеспечивается дисками перекрытий с залитыми швами между плитами и стальными связями в середине температурного отсека по каждому продольному ряду колонн.

Жесткость здания в продольном направлении может быть обеспечена монолитными дополнительными продольными или сборными ригелями. Монолитные ригели в этом случае устраиваются на межколонных плитах, сборные продольные ригели - на стальных столиках, привариваемых к закладным деталям колонн на уровне консолей.

При рамно-связевой конструкции (рис. 12.3) каркас здания выполняется с сеткой колонн  $6 \times 6$ ;  $6 \times 4,5$ ;  $6 \times 3$  м. В большинстве случаев в таких зданиях размещаются подвалы и предусматриваются верхние технические этажи.

Все нагрузки, вызывающие горизонтальные перемещения узлов зданий, воспринимаются системой сквозных вертикальных диафрагм жесткости, выполненных из железобетонных сборных или монолитных панелей толщиной 140 мм. Обычно диафрагмы

жесткости совмещаются со стенками лестничных клеток, лифтовых шахт и с разделительными перегородками помещений.

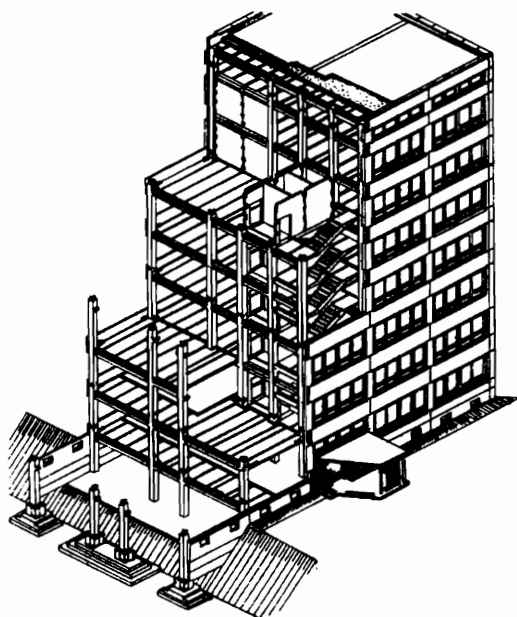


Рис. 12.3. Здание рамно-связевой конструкции

пути разработки безсварных стыковых соединений, использования эффективных большеразмерных плит перекрытия типа 2Т, многопустотного настила экструзионной технологии, многоярусных колонн на полную высоту здания, несъемной опалубки перекрытий с последующим омоноличиванием и др. решений, не только повышающих монтажную технологичность конструктивных элементов, но и способствующих увеличению эксплуатационной надежности зданий и снижению удельного расхода материалов. Применение безсварных соединений повышает долговечность зданий, создает предпосылки для их быстрого демонтажа при необходимости переноса производства, снижает динамические и вибрационные нагрузки за счет применения резино-металлических прокладок и т. п.

Так, для каркасных зданий производственного назначения используются конструктивные элементы, которые лишены сварных соединений, а пространственная жесткость достигается за счет использования специальных замковых соединений в узлах примыкания.

Переход на такие системы требует высокоточного изготовления железобетонных конструкций, обеспечивающего плотное соединение монтируемых элементов. Экономическая эффективность технологии полносборного строительства основана на создании автоматизированных систем изготовления сборного железобетона и высокой технологической гибкости производства.

В многоэтажных зданиях с межферменными этажами применяется укрупненная сетка колонн  $6 \times 12$  и  $6 \times 18$  м путем перекрытия производственных этажей фермами или балками.

Межферменные этажи высотой до 3,6 м используются для размещения лаборатории, административных и бытовых помещений, вентиляционных камер, прокладки коммуникаций и пр.

Верхний этаж может оборудоваться подвесными кранами и перекрываться безраскосными фермами.

Продольная устойчивость каркаса обеспечивается стальными связями, устанавливаемыми поэтажно, а также жесткими стыками межколонных плит и дисками, образованными в результате замоноличивания швов плит.

Анализ зарубежного опыта возведения железобетонных полносборных каркасных зданий показывает, что основная тенденция развития идет по

## 12.2. Конструкция основных стыков и узлов

Сборные железобетонные элементы соединяются, как правило, сваркой металлических закладных деталей или выпусков арматуры с последующим заполнением стыков раствором или бетонной смесью и герметизацией швов наружных стеновых панелей.

Стыкуются фундаменты с колоннами, ригели с колоннами, стенками жесткости и плитами, колонны с колоннами, плиты перекрытий и покрытий между собой, стеновые панели между собой, с элементами каркаса, с панелями перекрытий и т.д.

На рис. 12.4 приведены основные типы стыков каркасных зданий.

Фундаментные и стеновые блоки подвалов укладываются без сварки, на цементном растворе с перевязкой швов. В процессе кладки вертикальные швы заполняются раствором или бетоном.

Типовой стык без сварки - соединение колонн с фундаментом стаканного типа. Колонны в стаканы фундаментов устанавливаются с зазором понизу до 50 мм, поверху - до 75 мм, пространство между колонной и стаканом фундамента заделывается мелкофракционным бетоном.

Соединения колонн с "пеньками" или вышестоящими колоннами предпочтительнее осуществлять, передавая усилие с бетона на бетон. В одних случаях выпускаемые в заглублениях по углам колонн концы стержней рабочей арматуры закрепляются ванной сваркой. Шов, проходящий по периметру центровочных выступов, зачеканивается раствором марки 300, а в подрезки колонн укладывается или нагнетается бетон класса не ниже В 20.

В других случаях центрирующие прокладки сварных оголовков, приваренные к продольным рабочим стержням арматуры, обеспечивают центральную передачу продольного усилия и допускают зачеканку раствором пространства между торцами колонн. После установки и выверки колонн к их оголовкам электросваркой привариваются накладки, а стык омоноличивается.

В рамно-связевом варианте стык колонн обычно находится на уровне верха перекрытия. Колонны соединяются друг с другом с помощью сварки по периметру стальных оголовков. В связевом варианте стык колонн располагается выше уровня перекрытия на 0,6...0,7 м.

Соединение колонны с "пеньком", кроме этого, может осуществляться на болтах. Стык после этого также бетонируется.

Сварное соединение ригеля с колонной может осуществляться поверху с помощью накладок или упирающихся в закладные элементы колонн монтажных стальных "рыбок". В нижней части ригели привариваются электродуговой сваркой к опорным пластинам консолей колонн. Стык затем замоноличивается раствором или бетоном.

Анализ трудозатрат на устройство стыковых соединений показывает, что по отношению к общим трудозатратам на монтаж конструкций они составляют:

- для колонн, устанавливаемых в стакане фундаментов – 40...50%;
- колонн, устанавливаемых на нижестоящие – 80...90%;
- ригелей – 120...170%;
- диафрагм жесткости – 70...80%;
- межколонных плит перекрытия – 60...80%;
- стеновых панелей – до 70%.

Высокая трудоемкость работ по устройству стыков ставит задачу разработки менее трудоемких технологий, не снижающих эксплуатационную надежность зданий.



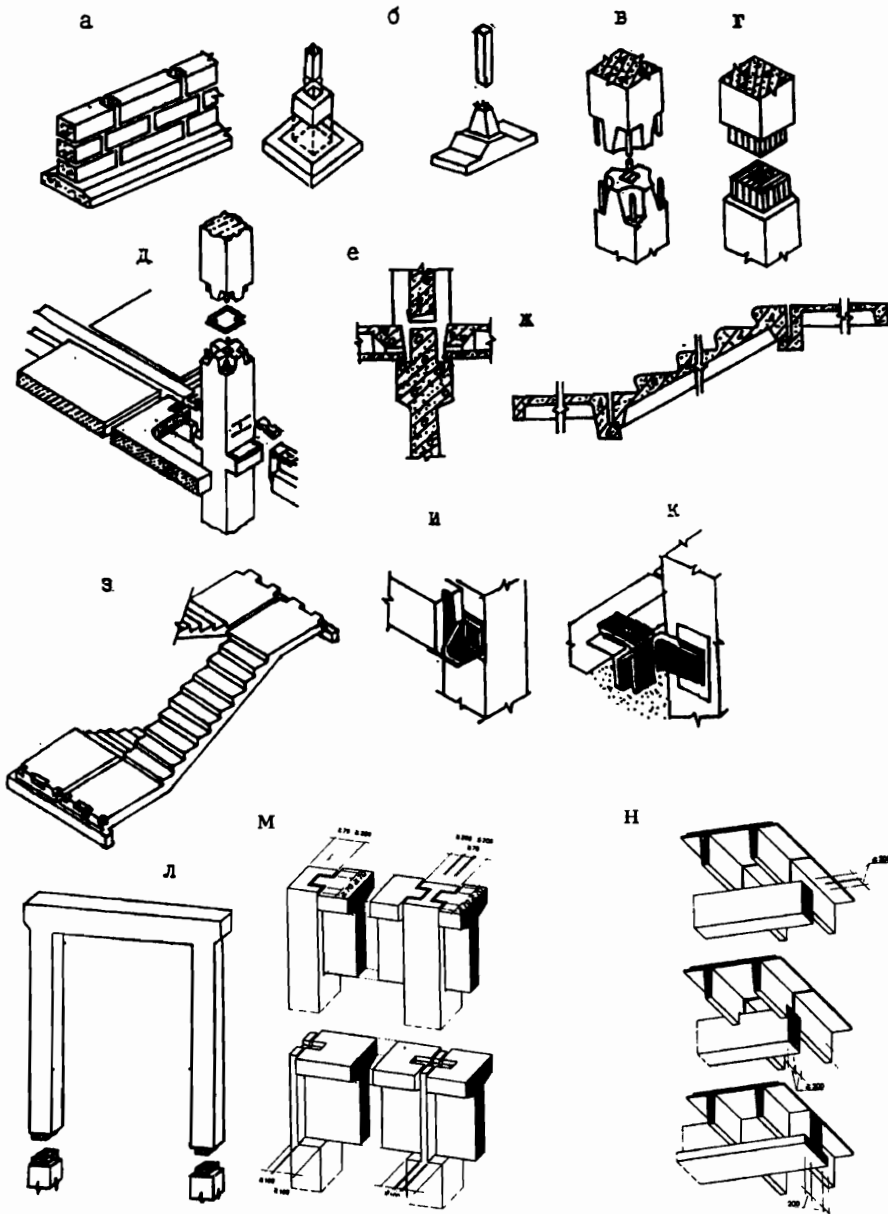


Рис. 12.4. Основные стыки многоэтажных зданий: а - стеновых блоков подвала; б - колонн и стаканов или подколонников; в, г - колонн с колоннами; д - колонн и ригелей; е - стенок жесткости и перекрытий; ж, з - лестничных площадок и маршей; и, к - стеновых панелей и колонн; л - плоских рамных конструкций; м - балок с колоннами; н - плит перекрытия с ригелями

Ребристые или многопустотные панели перекрытий по углам свариваются с закладными элементами, расположенными на полках ригелей. Между их торцами и стенкой ригеля образуется стык, заполняемый бетоном. При укладке связевых плит между плитой и колонной образуется стыковая полость за счет трапециевидных вырезов в плитах. Между собой плиты соединяются накладками и крепятся на сварке к колоннам. Стыки между плитами по продольным сторонам могут иметь шпонки, обеспечивающие после заделки их совместную работу.

Диафрагмы жесткости устанавливаются на всю высоту здания из элементов размером на этаж и соединяются с колоннами между собой, с ригелями и перекрытиями сваркой. Швы заполняются высокопрочным бетоном.

Лестницы собираются из железобетонных маршей и площадок или из маршей с двумя полуплощадками. В первом случае площадки опираются на поперечные стены, во втором - на специально смонтированные продольные ригели. Стыки выполняются сварными и заделываются раствором или бетоном.

Для опирания навесных панелей к колоннам над оконными проемами и внизу ярусов могут привариваться опорные консоли. Они бывают раздельными с диафрагмой, попадающей в шов между панелями, и транзитными - без диафрагмы. Последние устанавливаются на колоннах, смещенных с оси здания у поперечных торцевых стен или швов.

Крепление самонесущих стен и промежуточных навесных панелей осуществляется с помощью гибких крепежных деталей, допускающих небольшие вертикальные перемещения панелей относительно каркаса при возможных температурно-усадочных деформациях.

### **12.3. Методы возведения многоэтажных каркасных зданий**

В зависимости от архитектурно-планировочного решения и специфики размещения производства многоэтажные здания с повторяющимися типовыми ячейками и конструкциями относятся к однородным объектам. Здания с неравномерным распределением объемов по секциям и этажам, а также различным конструктивным исполнением относятся к неоднородным объектам.

Технологический процесс возведения однородных производственных зданий включает четыре последовательные стадии: 1 - устройство подземных конструкций; 2 - возведение надземных конструкций и устройство кровли; 3 - выполнение специальных и отделочных работ; 4 - монтаж технологического оборудования. Такое деление соответствует многоциклическим технологиям производства работ.

Организационно-технологическим решением для возведения однородных зданий является создание объектных ритмичных или кратно-ритмичных взаимоувязанных во времени и пространстве потоков с максимальным совмещением во времени строительных процессов. Для неоднородных зданий с неравномерным распределением объемов по секциям и этажам и различным конструктивным исполнением объектный поток представляет собой совокупность взаимоувязанных разноритмичных специализированных потоков. Для таких объектов стадии производства работ не всегда могут быть четко разграничены, т.к. отдельные специализированные потоки в разных частях объекта имеют различные объемы, вызванные неоднородностью конструкций здания. В ряде случаев монтаж крупногабаритного технологического оборудования совмещают с возведением строительных конструкций.

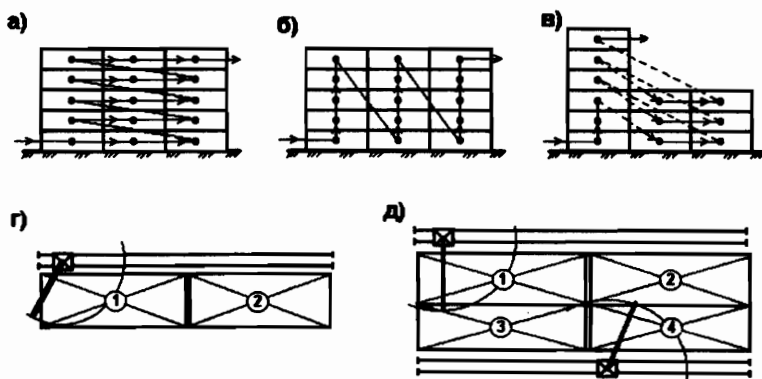


Рис. 12.5. Технологические схемы возведения многоэтажных промышленных зданий: а – горизонтально-восходящая; б – вертикально-восходящая; в – смешанная; г, д – схема размещения башенных кранов и деления объектов на монтажные участки (захватки)

Неоднородные многоэтажные здания расчленяют на ряд неодинаковых, но однородных по своим конструктивным особенностям и по технологии выполнения процессов участков. За участки принимают температурные блоки, либо части здания определенной этажности и технологического назначения. Возведение зданий осуществляется по горизонтально-восходящей, вертикально-восходящей и смешанной схемам.

Однородные многоэтажные здания возводят по горизонтально-восходящей или вертикально-восходящей схемам.

Горизонтально-восходящая схема (рис. 12.5 а) предусматривает последовательное выполнение работ на участках или захватках с переходом к участкам последующего этажа.

Вертикально-восходящая схема (рис. 12.5 б) основана на поэтажном развитии работ в пределах каждого монтажного участка.

Обе схемы могут совмещаться при возведении неоднородного промышленного здания (рис. 12.5в).

Многообразие конструктивных решений многоэтажных зданий приводит к использованию различных методов и приемов монтажа, обеспечивающих сокращение сроков строительных работ, повышение качества и надежности сооружений, их плановый ввод в эксплуатацию.

Метод возведения зданий зависит от совокупности организационных факторов и конструктивных признаков; средств механизации, технологического назначения здания, степени укрупнения элементов и др.

Выбору метода монтажа здания предшествует строительно-технологический анализ объекта. Определяющими характеристиками, влияющими на выбор метода монтажа, являются:

- размеры территории застройки;
- габариты объекта;
- масса монтируемых элементов; их общее количество и распределение в пространстве каркаса.

Особое влияние на выбор метода монтажа оказывают строительные процессы, требующие технологических перерывов. Например, перерывы, связанные с набором проч-

ности бетона, проведением каменно-кладочных и других видов строительных работ, совмещаемых обычно с монтажными.

С учетом этого процесс монтажа может быть представлен в виде пространственной системы. Основой трехмерного пространства являются подсистемы, которые показывают взаимосвязь организации монтажного процесса, степени его механизации, монтажного оборудования и операций.

В практике строительства многоэтажных зданий утвердились два основных метода монтажа: метод наращивания и метод подращивания (подъем этажей и перекрытий).

При возведении многоэтажных каркасных зданий основным является метод наращивания, заключающийся в последовательном наращивании элементов здания, по вертикали снизу вверх. В качестве монтажных участков (захваток) может быть принят один, два или три этажа - в зависимости от конструкции колонн. Возможна также разбивка здания на захватки по длине, размеры и количество которых принимают, исходя из следующих параметров:

- количество и технические характеристики грузоподъемных средств (кранов);
- технологические признаки (необходимость более раннего ввода в эксплуатацию частей здания и т.д.);
- сроки монтажа и количество монтажных бригад;
- условия безопасной работы.

По технике исполнения метод наращивания разделяется на свободный и ограниченно-свободный монтаж. В первом случае монтируемый элемент устанавливается в проектное положение без использования средств, ограничивающих свободу перемещений по вертикали и горизонтали. Как правило, элемент находится в подвешенном состоянии (на крюке крана) до тех пор, пока не будут произведены работы по выверке и временному закреплению. Это приводит к значительным трудовым затратам, расходу машинного времени, удлинению цикла установки. В общем случае увеличивается продолжительность возведения зданий и сооружений, снижается качество работ.

Ограниченно-свободный монтаж основан на использовании вспомогательных систем, обеспечивающих фиксацию элементов в проектное положение и существенно облегчающих процесс выверки и временного закреплению. Многообразие конструктивных решений таких устройств и технологических приемов их эксплуатации позволяет охватить широкий класс многоэтажных зданий.

Особое место в повышении производительности труда занимают технологические приемы укрупнения элементов конструкций в плоские рамы и пространственные блоки, проводящиеся на заводе или в непосредственной близости от мест монтажа. Развитием этого приема явился совмещенно-блочный монтаж, основанный на укрупнительной сборке не только несущих и ограждающих конструкций элементов, но и части оборудования совместно с элементами и последующим монтажом образовавшегося блока. Практика отечественного строительства показала высокую эффективность такого приема для целого ряда сооружений и зданий.

## **12.4. Принципы оценки монтажной технологичности каркасных зданий**

Технологические качества конструкций существенно влияют на продолжительность и себестоимость строительства. Изменение себестоимости строительства при снижении продолжительности работ может достигать до 8% прямых затрат.

Для многоэтажных каркасных зданий возможны следующие приемы повышения технологичности конструкций:

1. Увеличение длины колонн до 4...5 этажей приводит к возрастанию коэффициента технологичности  $K_T$  с 1 до 1,11-1,24.

2. Использование П- и Н-образных рам высотой на один этаж вместо колонн и ригелей приводит к увеличению  $K_T$  до 1,2.

Однако, процесс укрупнения не должен превышать некоторой массы, т.к. существенное ее увеличение приводит к скачкообразному изменению стоимости работ за счет использования монтажных кранов большей грузоподъемности.

Укрупнение можно осуществлять по двум направлениям:

- изменение массы укрупненных элементов в пределах одной массовой группы, соответствующей грузоподъемности принятого крана;

- изменение крупности за пределами массовой группы, при которой необходимо использование кранов большей грузоподъемности.

Для многоэтажных каркасных зданий основным направлением повышения технологичности конструкции является изготовление колонн по высоте на 3-5 этажей, что позволяет сократить количество стыковых соединений, число монтажных циклов, увеличить коэффициент использования кранов по грузоподъемности, сократить сроки возведения каркаса.

Перспективным направлением повышения технологичности является переход на рамные элементы, что позволяет сократить число монтажных элементов в 1,5-2 раза и снизить тем самым трудоемкость работ. Повысить технологичность конструкций можно также переходом на прогрессивные стыковые соединения с использованием анкерных болтовых сочленений, запрессовкой выпусков арматуры в стальные гильзы, а также использованием специальных замковых соединений.

При монтаже наружных стеновых панелей резерв повышения технологичности может быть найден как путем конструктивного улучшения элементов, так и использованием принципа самофиксации при применении навесных панелей. Это позволяет существенно снизить расход кранового времени за счет исключения операций по выверке и временному закреплению элементов.

Объединение лестничного марша с двумя полуплощадками значительно повышает технологичность элементов, а использование плит перекрытий длиной до 12 м обеспечивает резкое снижение числа используемых элементов и повышение производительности монтажных кранов.

Степень крупности элементов или разрезка зданий должна быть оценена с экономической точки зрения. Работами ЦНИИОМТП установлены корреляционные зависимости удельных затрат на монтаж конструкций различной массы, включая затраты на изготовление и транспортирование. Так, минимальные суммарные затраты на монтаж элементов башенным краном составляют для колонн массой до 13 т, ригелей до 5 т, плит перекрытий площадью до 24 м<sup>2</sup>. При использовании стреловых кранов оптимальная масса колонн составляет 13,4 т, ригелей - 4,8 т, плит перекрытий площадью 23,3 м<sup>2</sup>.

На рис 12.6 приведены графики изменения удельных суммарных затрат (себестоимости работ) в зависимости от массы сборных элементов (колонн, ригелей) и площади плит перекрытий, монтируемых башенными и стреловыми кранами.

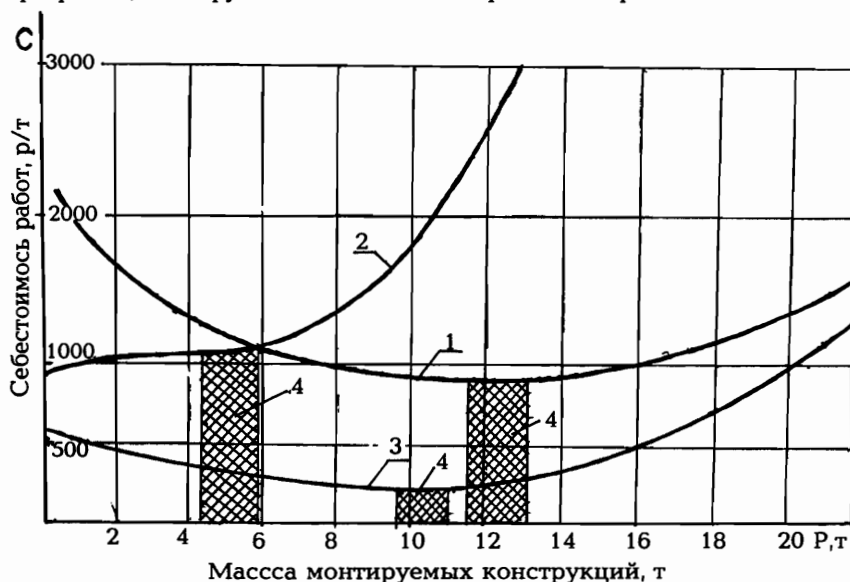


Рис. 12.6. Себестоимость монтажа конструкций (включая стоимость изготовления и транспортирования) в зависимости от массы и перекрываемой площади плит: 1 – колонн; 2 – ригелей; 3 – плит перекрытия; 4 – зоны оптимальных параметров

Наибольшее увеличение себестоимости работ наблюдается при возрастании массы ригелей свыше 5 т и площади плит перекрытий более 23 м<sup>2</sup>.

Результаты математического моделирования и статистической обработки показали, что наиболее технологичными являются конструкции зданий с сеткой 9x12, длиной колонн на 4 этажа, ригелей пролетом 9 м, плит перекрытия на пролет 12 м, площадью 23 м<sup>2</sup>. В пределах 5%-ного удорожания находятся конструкции каркасов с сеткой колонн 9x9 и 12x12 м.

## 12.5. Монтажные средства технологического обеспечения сборки зданий

Современные средства, применяемые при монтаже, можно разделить по характеру взаимодействия на две схемы: жесткую и регулируемую. Общим для этих схем является комплексное применение ограничивающих устройств.

Одной из важных задач по сборке зданий является получение заданной геометрической точности на стадии установки. Опыт показывает, что при одинаковой точности изготовления элементов, различные приемы установки приводят к существенному изменению параметров точности. Не менее важной задачей является создание систем, не

только обеспечивающих высокий класс точности, но и способствующих снижению трудовых затрат и кранового времени на их установку.

Одним из направлений развития процессов сборки является переход на контактные цепи, при которых положение каждого элемента определяется ограничивающими устройствами, связанными с ранее установленными элементами. Наиболее широкое применение такие системы получили в крупнопанельном жилищном строительстве, а также при возведении каркасных зданий из рамных элементов К-, Т- и П-образной форм.

На рис. 12.7 приведены принципиальные схемы контактных цепей, используемые при установке и временном креплении элементов. Связевые системы могут располагаться в одном и двух уровнях. В качестве связей часто используются штанговые системы, обеспечивающие фиксацию элементов через технологические отверстия. Штанги-связи, проходящие через технологические отверстия, обычно состоят из тонкостенной трубы заданного размера. На одном конце штанги располагается проушина, на другом - фиксатор с зажимной гайкой и подвижной втулкой. Фиксатор включает в себя бортовой замок и служит для закрепления вкладыша в технологическом отверстии.

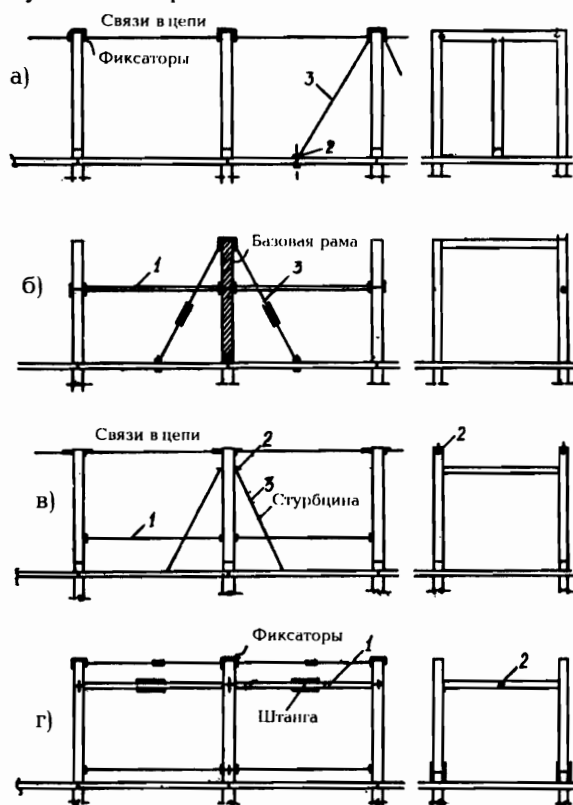


Рис. 12.7. Принципиальные схемы контактных цепей для временного крепления и выверки элементов с использованием горизонтальных связей: а - в верхнем уровне; б - в среднем уровне; в - в верхнем и среднем уровнях; г - с фиксаторами; 1 - штанговая система; 2 - технологическое отверстие; 3 - подкос со стурбидиной

Первоначально устанавливается базовый элемент или рама точно в проектное положение с соблюдением минимальных допусков. Ее выверка и временное крепление производится с помощью струбцин в количестве от 2 до 4 на каждый элемент.

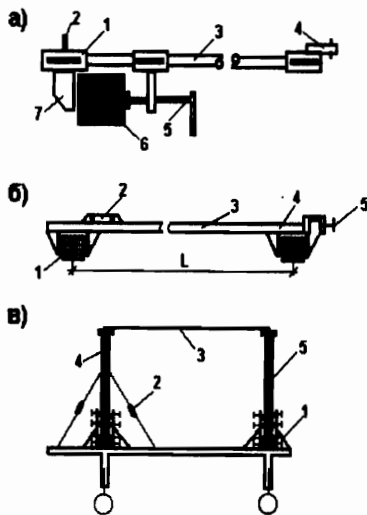


Рис. 12.8. Технологические средства для обеспечения точности монтажа конструкций: а – горизонтальная связь: 1 – хомут; 2 – упор; 3 – штырь; 4 – корпус связи; 5 – планка для присоединения связи; 6 – фиксирующий элемент; 7 – винтовой фиксатор; б – горизонтальная связь для фиксации рам: 1 – штанга; 2 – осевой фиксатор; 3 – замок; 4 – опорное кольцо; 5 – втулка; в – комбинированная схема установки рамных конструкций: 1 – одиночный кондуктор; 2 – система подкосов; 3 – горизонтальная связевая система; 4 – базовая рама; 5 – рядовая рама

От степени точности монтажа базовых элементов зависит точность установки остальных конструкций. Поэтому процесс выверки, временного и окончательного крепления требует применения геодезических средств контроля уровня монтажного горизонта и проектного положения монтируемого элемента. При этом особое внимание следует обращать на отклонения размеров в плоскости конструкции, исключение пропеллерности и других изгибных явлений, которые возникают как следствие транспортных и погрузо-разгрузочных операций.

Разработано несколько вариантов горизонтальных связей, обеспечивающих фиксацию элемента относительно базового. Это позволяет фиксировать шаг между рамами в уровне их верхнего сечения (по стойкам рам) или ригелей.

На рис. 12.8,а приведена схема горизонтальной связи, включающая захватное устройство, состоящее из хомута 1, упора 2, штыря 3 для соединения связей между собой, корпуса 4, планки 5 с отверстием, винтового фиксатора 7.

Могут быть применены и другие варианты, например, самоцентрирующая связь, связь с центрирующей головкой и др. На рис. 12.8,б приведена схема горизонтальной связи для фиксации рам по геометрическим осям. Она состоит из корпуса 1, осевого фиксатора 2, замка 3. Необходимое расстояние между упорным кольцом 4 и наружной втулкой 5 достигается изменением межосевого расстояния, требуемого для выверки элементов рамы в проектное положение.

В ряде случаев используются распорные фиксаторы в нижней зоне рам, представляющие собой двухрядную систему. Они обеспечивают фиксацию проектного положения между гранями

стоек рам в уровне их нижнего сечения. Однако применение нижней цепи линейно-распорных связей основано на использовании жесткого стыка. Конструкция стыка рам предусматривает передачу вертикальных нагрузок через стальные оголовки, свариваемые между собой с помощью накладок, что допускает некоторое взаимное смещение стыкуемых элементов.

Такой стык связей требует большого расхода металла, а процесс сварки приводит к существенным деформациям узла. Поэтому схема свободного монтажа может быть заменена введением элементов принудительной фиксации в виде одиночных кондукто-



ров. Это решение позволяет существенно повысить точность установки элементов, сократить трудозатраты и машинное время на выверку и временное крепление.

На рис. 12.8, в приведена комбинированная схема установки рамных конструкций. Базовая рама устанавливается в кондукторы 1, расположенные на оголовках стоек. С помощью системы подкосов 2 и домкратов кондукторов осуществляется выверка базовой рамы в проектное положение. После выверки и временного крепления рамы осуществляется сварка ее узлов. При этом напряжения, вызываемые за счет деформации узлов, воспринимаются силовыми элементами кондуктора и подкосов. Точность установки базовой рамы существенно влияет на качество монтажа всего яруса.

Монтаж последующих рам осуществляется с использованием следующей пары одиночных кондукторов и связевой системы. Дополнительная жесткость и устойчивость первой пары смонтированных рам достигается установкой распорных железобетонных плит.

Для выполнения цикла монтажных работ требуются следующие приспособления: 4 подкоса со струбцинами; 4-8 связевых элемента; 4-6 одиночных кондукторов. При монтаже рам без установки распорных плит число горизонтальных связей должно увеличиваться из расчета 2 элемента на каждую раму. После сварки стоек рам и укладки плит перекрытия монтажные связи демонтируются и укладываются недостающие плиты.

Такая схема монтажа может быть использована также в каркасной системе типовых секций. Для ее реализации необходимо осуществить укрупненную сборку элементов каркаса в рамы. Это достигается использованием кондукторов для укрупнительной сборки на площадках в зоне действия монтажного крана, усилением рам для восприятия монтажных нагрузок.

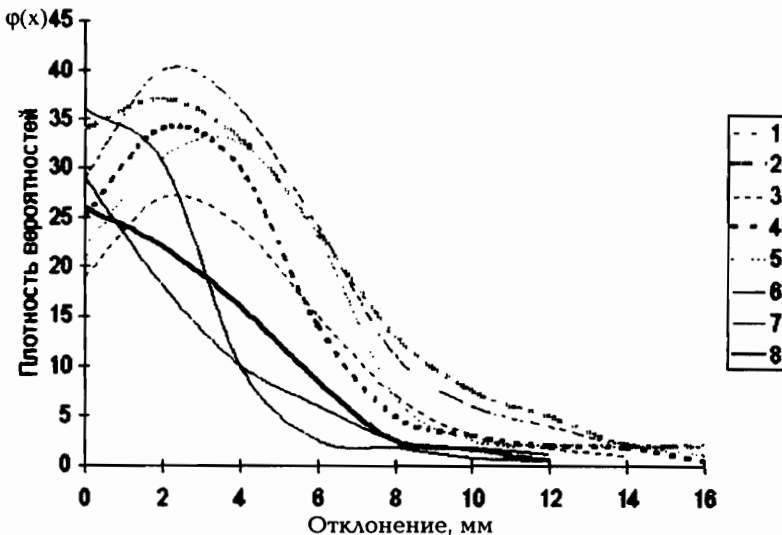


Рис. 12.9. Распределение погрешностей при монтаже ограничено-свободным методом П-, Н-, Ш-образных рам; 1, 4, 8 – распределение погрешностей при монтаже; 2, 5, 7 – то же, при выполнении сварочных работ; 3, 6 – то же, после монтажа плит; условные обозначения: ---- для П-образных рам; --- для Н-образных рам; - - - - для Ш-образных рам

По данным ЦНИИОМТП, возведение многоэтажных зданий из рамных элементов обеспечивает снижение затрат труда от 30 до 50% и кранового времени от 36 до 58%. При этом достигается значительное повышение точности установки элементов каркаса.

Эффективность монтажа рамных конструкций ограниченно-свободным методом, по сравнению со свободным, может быть оценена сравнением соответствующих кривых распределения отклонений, представленных на рис. 12.9. Анализ данных свидетельствует о том, что на конечный результат точности установки элементов оказывают влияние процесс сварки узлов и последующее нагружение их плитами перекрытий. В отличие от ограниченно-свободного метода монтажа, при котором дополнительные напряжения, вызываемые этими процессами, воспринимаются кондукторами и системой раскосов, существенно не влияют на окончательное положение элементов рам.

Практическое применение при монтаже каркасных зданий нашли кондукторно-связевые системы. В их основе лежат шарнирно-связевые кондукторы, устанавливаемые в контактной цепи. Основным элементом кондукторов является жесткая пространственная рама, служащая базовой опорой, к которой шарнирно прикреплены ограничивающие и удерживающие устройства. Они обеспечивают пространственную фиксацию элементов каркаса в проектное положение. Шарнирно-связевые кондукторы воспринимают часть нагрузок, возникающих вследствие несимметричного расположения элементов, напряжений при производстве сварочных работ, деформаций в узлах и др.

В практике строительства используются различные модификации кондукторов, обеспечивающих установку каркаса зданий одноэтажными и многоэтажными колоннами.

При монтаже каркасных зданий широко используют одиночные кондукторы, имеющие простую конструктивную схему, включающую механические домкраты. Общая масса кондуктора составляет 600 кг, что позволяет их легко транспортировать, сократить объем геодезических работ. Их установка не требует специального оборудования, они просты и надежны в эксплуатации.

На рис. 12.10 приведены конструктивные схемы одиночных кондукторов для монтажных колонн. Кондуктор системы ЦНИИОМТП состоит из нижней рамы, стоек, верхней площадки, ограждения площадки, рамки для строповки, лестницы, регулировочных винтов, навесной площадки и опорных винтов.

Более простая схема одиночного кондуктора разработана Мосоргстроем. Он состоит из двух секций, включающих: стойки, винты для соединения секций, регулировочные винты, винты крепления кондуктора к оголовку колонны, установочные винты. Комплект винтовых домкратов обеспечивает эффективное крепление кондуктора к оголовкам колонн, выверку и временное крепление монтируемого элемента.

При монтаже крайних колонн предусматривается использование навесной площадки с ограждением, которая служит безопасным рабочим местом монтажников и сварщиков.

Для установки колонн высотой более 2-х этажей, вместо кондукторов могут использоваться различные системы струбцин и подкосов. Использование подкосов, несмотря на увеличение затрат ручного труда, обеспечивает достаточно высокую точность установки колонн при безсварных методах стыковки на уровне перекрытия.



## 12.6. Выбор монтажных кранов и технологических схем производства работ

Выбор кранов и других механизмов для монтажа зданий производится на основе технических и экономических расчетов. При выборе технологии производства работ учитываются условия строительства; наличие свободных площадей для размещения и движения кранов, складирования конструкций, размещения бытовых помещений и т.п. Большое значение имеет конструктивное решение здания, размеры в плане и по высоте, весовые характеристики монтируемых элементов, габаритные размеры.

Для монтажа сборных конструкций рекомендуются передвижные башенные и стреловые краны, а при монтаже высотных зданий могут применяться приставные и сомоподъемные краны.

В зависимости от габаритов зданий и конструкций сборных элементов возможно расположение кранов с одной стороны здания, с двух сторон или внутри здания. Рекомендуется применение в основном серийно выпускаемых башенных кранов КБ-100, КБ-160.2, КБ-503, КБ-674.5 грузоподъемностью от 5 до 25 т и кранов на гусеничном или пневмоколесном ходу грузоподъемностью от 16 до 100 т в обычном или башенно-стреловом исполнении. Возможно применение кранов с телескопической стрелой на шасси автомобильного типа.

Смешанная расстановка кранов (башенные и стреловые) применяется для зданий, у которых в нижних этажах устанавливаются колонны массой до 8-10 т, а вышележащие – массой до 5 т. В этом случае стреловые краны используются для монтажа нижнего яруса здания, а возведение вышележащих этажей производится с помощью башенных кранов.

В зданиях, протяженностью два и более температурных блока, монтаж осуществляется по захваткам (монтажным участкам). За захватку может быть принят целый или часть температурного блока. Монтаж конструкций на одной захватке может быть совмещен с производством общестроительных и специальных работ на другой захватке. Когда здание имеет небольшие размеры в плане, то производство совмещенных с монтажом работ может осуществляться в те смены, когда не ведутся монтажные работы. При этом монтировать конструкции здания рекомендуется на нижних 4-5 этажах в три смены, а на вышележащих – в две. Первая смена, как правило, отводится для выполнения общестроительных и специальных работ.

Схемы расположения монтажных кранов в зависимости от конструктивных особенностей зданий приведены на рис. 12.11. Распространенной схемой является расположение башенных кранов с одной или двух сторон здания. При одностороннем расположении зона действия башенного крана распространяется на всю ширину здания. Грузоподъемность крана и его габариты должны обеспечивать монтаж элементов при максимальном удалении. Такая схема требует использования более мощных кранов, что не всегда является экономически целесообразным.

При использовании двух кранов (рис. 12.11,б), расположенных с противоположных сторон монтируемого здания, вылет стрелы каждого должен составлять не менее половины ширины здания. Это позволяет применять краны с меньшей грузоподъемностью.

При выборе кранов следует определить следующие параметры: вылет стрелы, высоту подъема крюка и грузоподъемность.

Перечисленные параметры находятся на основании конструктивных характеристик монтируемых элементов, их массы, габаритов строповочных средств и устройства для выверки и временного крепления.

При расположении кранов на двух противоположных сторонах здания, монтаж элементов должен осуществляться таким образом, чтобы зоны действия кранов не пересекались. Это требование выдвигается, прежде всего, соображениями безопасности выполнения работ.

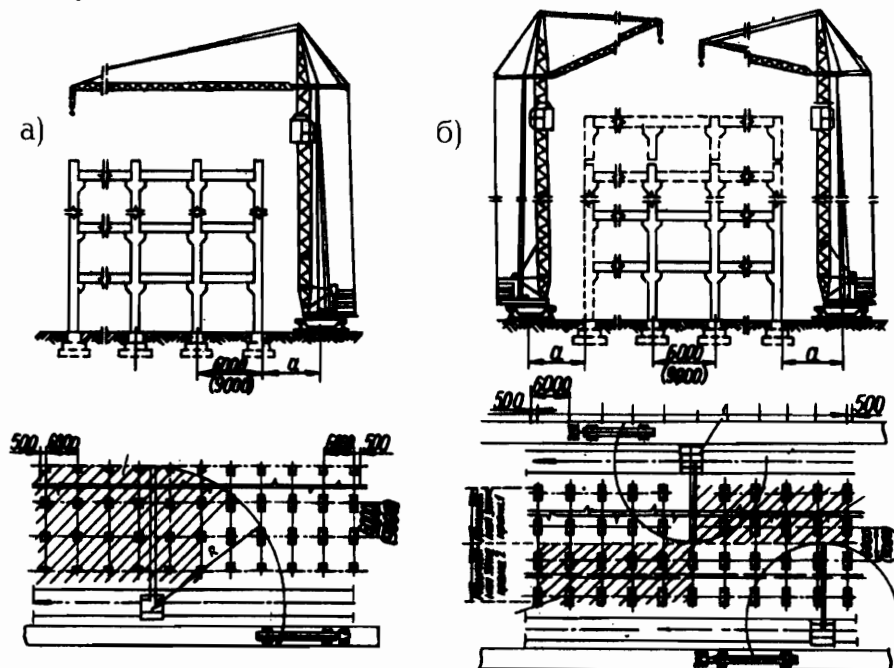


Рис. 12.11.Схемы расположения башенных кранов и разбивка на захваты при монтаже многоэтажных каркасных зданий: а - одним краном; б - двумя кранами с противоположных сторон

Особое внимание должно уделяться рациональному расположению крановых путей, зон складирования и временных подъездных путей.

При складировании элементов на приобъектном складе, а также при возведении зданий с транспортных средств, площадки складирования и разгрузки должны находиться в зоне действия кранов.

Элементы конструкций с большей массой складировются ближе к оси здания, а более легкие - на расстоянии. Необходимо предусматривать проходы между штабелями сборных элементов, складировать конструкции с выполнением требований, обеспечивающих их устойчивость и доступность.

На рис. 12.12 приведена схема расположения стрелового крана при монтаже колонн первого яруса и двух башенных - при возведении вышележащих этажей. В зависимости от шага колонн, их массы, габаритных размеров здания возможно перемещение стрелового крана внутри пролетов и по периметру сооружения. Наиболее рациональной схемой производства работ при сетке колонн  $9 \times 9$  является движение крана по пролетам в поперечном направлении с монтажом элементов с транспортных средств.

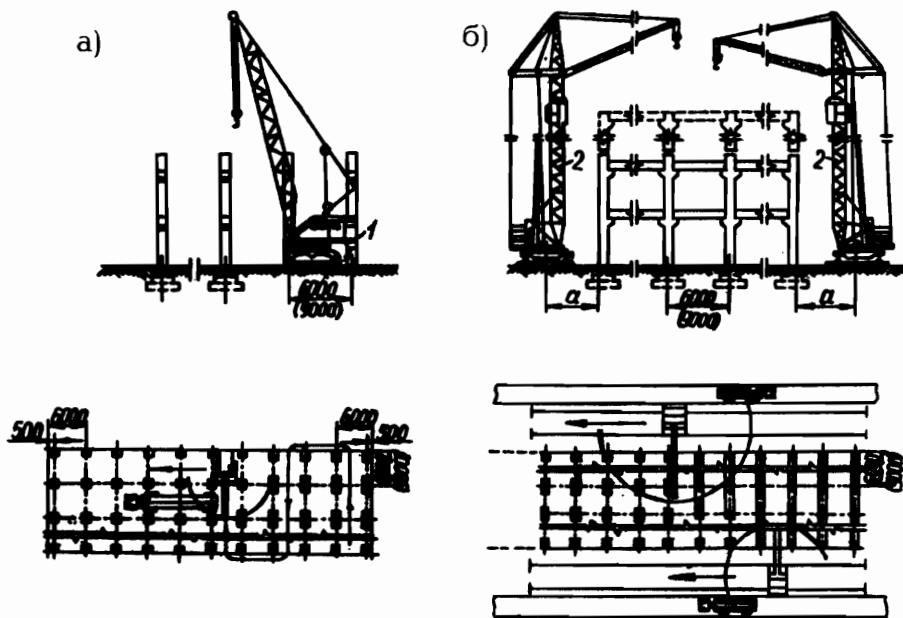


Рис. 12.12. Схемы производства монтажных работ с использованием: а - стрелового крана; б - двух башенных кранов

Монтаж башенных кранов осуществляется после или параллельно установке колонн 1-го яруса. При этом должны быть выполнены работы по устройству стыков колонн с фундаментами, засыпке пазух и уплотнению грунта, подготовке оснований под полы. Монтаж ригелей, плит перекрытия, а также конструкций вышележащих ярусов и стенового ограждения производится башенными кранами.

На рис. 12.13 приведены технологические схемы возведения здания с помощью крана в башенно-стреловом исполнении и двух стреловых кранов. Использование башенно-стрелового крана позволяет осуществлять монтаж всех элементов здания одним краном. При выборе параметров такого крана следует учитывать, что максимальная масса элементов приходится на максимальный вылет. Поэтому требуется довольно мощный кран, и такая схема используется в тех случаях, когда расположение крана с противоположной стороны затруднено из-за стесненности условий строительства или других причин.

Использование двух стреловых кранов следует считать более экономичным, так как при этом достигается сокращение сроков строительства и представляется возможным совмещенное выполнение других строительных работ на захватках, где не проводятся монтажные работы.

В ряде случаев для монтажа многоэтажных зданий используются стреловые краны, которые перемещаются по продольной оси возводимого объекта. При этом монтаж ячеек каркаса осуществляется ступенчато (рис. 12.14).

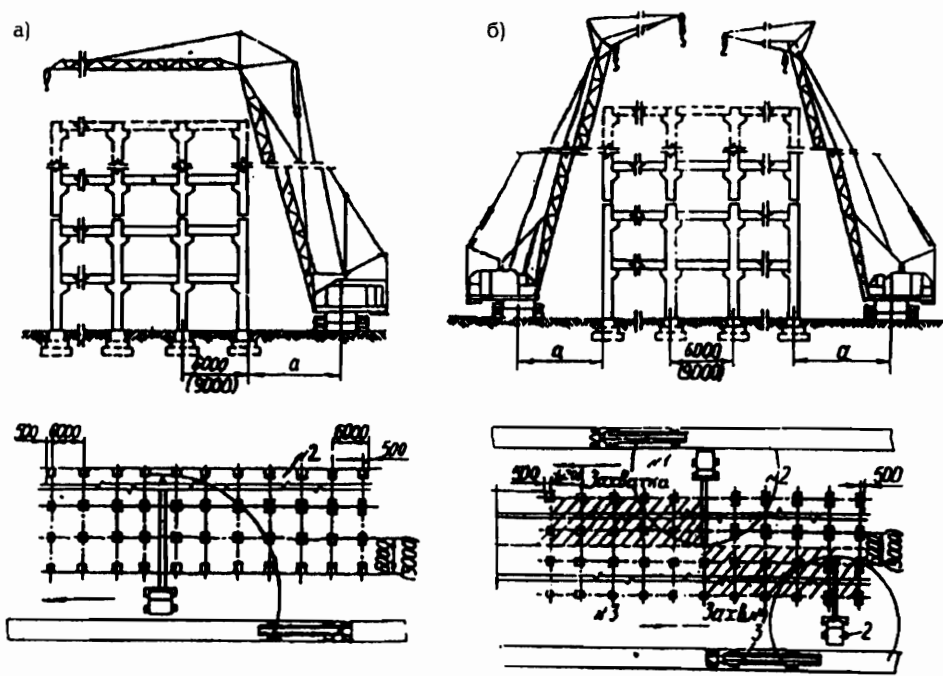


Рис. 12.13. Технологические схемы монтажа каркасов зданий с использованием: а - одного башенно-стрелового крана; б - двух стреловых кранов

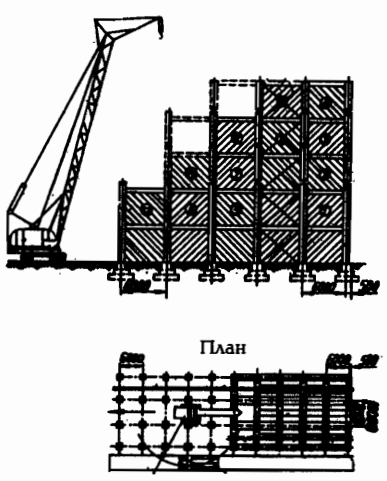


Рис. 12.14. Технологическая схема ступенчатого монтажа ячеек здания при перемещении стрелового крана по продольной оси здания

При выборе кранов следует учитывать не только технологические параметры, обеспечивающие установку сборных элементов, но и условия их доставки с объектного склада или транспортных средств. Эти условия могут быть определяющими при назначении максимального вылета стрелы и грузоподъемности.

При разработке проектов производства работ следует проводить оптимизацию технологических схем выполнения работ и комплектов необходимых машин и механизмов. При этом критерием оптимальности может служить себестоимость производства работ и продолжительность возведения здания. Реальным показателем оптимизации служит дополнительная прибыль.

Для оценки технологических схем монтажа и эффективности работы кранов принимается два или три варианта. Наиболее рациональным считается тот, в котором себестоимость и продолжительность монтажа являются минимальными.

Экономическому сравнению вариантов предшествует подбор кранов по техническим характеристикам: требуемый вылет стрелы; высота подъема крюка и грузоподъемность. Последний параметр определяется по максимальной массе элемента с учетом массы строповочных устройств, навесного оборудования и такелажных приспособлений.

## 12.7. Возведение подземной части зданий

До начала монтажных работ осуществляется разбивка здания, разработка котлованов и траншей с зачисткой дна и отвозкой лишнего грунта, доставка и размещение у мест монтажа сборных элементов, перенесение на дно выемки основных осей и высотных отметок и др. Особо важное значение приобретает работа геодезических служб и точное соблюдение проектных схем установки элементов, так как погрешности в установке фундаментов отражаются на точности установки конструкций вышележащих этажей.

Как известно, геодезической разбивочной основой на строительной площадке является обычно совмещенная плановая и нивелирная строительная сетка, закрепленная на определенный цикл строительства временными или постоянными геодезическими знаками. По периметру и внутри здания создаются внешняя и внутренняя разбивочные сетки с закреплением основных (контурных) или главных осей здания в таких местах, чтобы была обеспечена их сохранность на весь период строительства и создавался удобный и с заданной точностью вынос в натуру осей и отметок, определяющих в соответствии с проектной документацией положение отдельных конструктивных элементов здания в плане и по высоте.

Определение точек плановой разбивочной сетки и передача их отметок на дно котлована и на этаж, а также вынесение монтажного горизонта показаны на рис. 12.15.

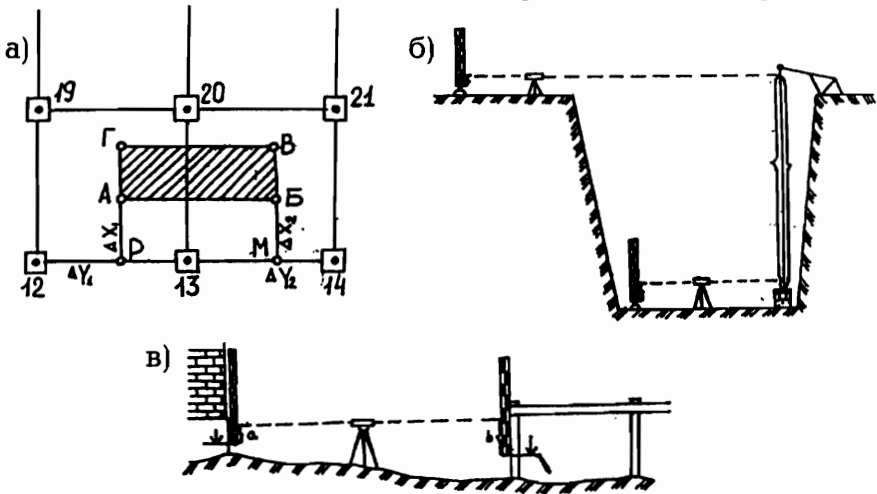


Рис. 12.15. Определение и передача разбивочных точек и отметок: а - разбивка здания; б - передача отметок на дно котлована; в - вынесение монтажного горизонта



Исходными данными для разбивки осей здания являются: выкопировка из генплана с закодированной строительной сеткой, план и разрезы фундаментов с нанесением разбивочных осей и высотных отметок.

Разбивка осей здания может осуществляться по обноске, по бровке и непосредственно по дну котлована. В практике многоэтажного строительства наиболее распространена разбивка осей с помощью отвесов и геодезических средств. По окончании разбивки составляется акт с приложением исполнительной схемы разбивки, а по окончании работ «нулевого» цикла производится контрольная выверка планового и высотного положения конструкций с составлением исполнительного чертежа.

После перенесения осей и отметок на дно котлована выполняется:

- зачистка и подготовка основания для возведения фундаментов;
- устройство фундаментов, столбов, наружных стен и перегородок подвала, внутренних трубопроводов и разводов, лестниц, машинных отделений, лифтовых шахт и помещений электrorаспределительных и санитарно-технических устройств;
- устройство вводов коммуникаций: водопровода, канализации, газопровода, теплосети, электроснабжения, телефона и радиотрансляции;
- устройство подпольных каналов (под полами подвала);
- устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции;
- монтаж фундаментов под лифтовые лебедки, котлы, насосы, вентиляционные агрегаты, а также монтаж этого оборудования (при расположении его в подвале);
- устройство подготовки под полы в подвальных помещениях;
- монтаж перекрытия над подвальным этажом и замоноличивание швов и стыков;
- обратная засыпка пазух с трамбованием грунта.

На технологию возведения подземной части зданий основное влияние оказывают процессы подготовки оснований и устройства фундаментов.

Как известно, основной функцией фундаментов многоэтажных каркасных зданий является передача и распределение сосредоточенных нагрузок от колонн на основание. Такие нагрузки могут достигать значений 1500 кН и более, а воспринимающие их основания обладают, как правило, невысокой несущей способностью.

Теория современного фундаментостроения располагает рядом способов повышения несущей способности оснований, однако на практике наибольшее распространение

получили: устройство на естественном основании фундаментов с уширенной подошвой, фундаментных плит и свайных фундаментов.

На рис. 12.16 приведены основные типы фундаментов многоэтажных каркасных зданий.

*Ленточные фундаменты* устраиваются в сборном или сборно-монолитном варианте для зданий с неполным или скрытым каркасом высотой до 16 этажей. Порядок выполнения работ состоит в: доборе грунта до проектных отметок, устройстве выравнивающей песчаной подготовки, укладке фундаментных плит, установке сборных траверс и стаканов или устройстве монолитных фундаментных балок, послойной обратной засыпке пазух фундаментов.

*Столбчатые фундаменты* устанавливаются в соответствии с ранее рассмотренными рекомендациями для монтажа одноэтажных промзданий.

*Монолитные фундаментные плиты* устраиваются в качестве фундаментов зданий с высокими нагрузками на колонны, что чаще имеет место в зданиях высотой более 16 этажей. Обычная толщина плоской плиты - до 1,0...1,5 м, ребра ребристой плиты могут иметь высоту 2,0 м и более.

Армирование и бетонирование плоских плит ведется обычными методами, при минимальной номенклатуре арматурных сеток и каркасов и с применением высокопроизводительных бетононасосов с послойной укладкой и уплотнением смеси. При устройстве ребристых плит дополнительно возникают объемы работ по установке опалубки и арматуры ребристой части фундамента, что существенно повышает трудоемкость работ.

*Фундаменты коробчатой конструкции* за счет размещения в них «технических этажей» могут иметь высоту до 6 м. Технологическая последовательность выполнения работ состоит в устройстве нижней плиты, возведении железобетонных стенок и верхней плиты. Из-за высокой трудоемкости работ и большого расхода материальных ресурсов такие конструкции применяются реже, чем плоские и ребристые плиты.

*Свайные фундаменты* получили широкое распространение в практике строительства многоэтажных и высотных зданий. Последовательность производства работ при забивных сваях включает: забивку проектных и дублирующих свай, обрезку голов свай, устройство ростверка, прямков и каналов для инженерного оборудования и коммуникаций.

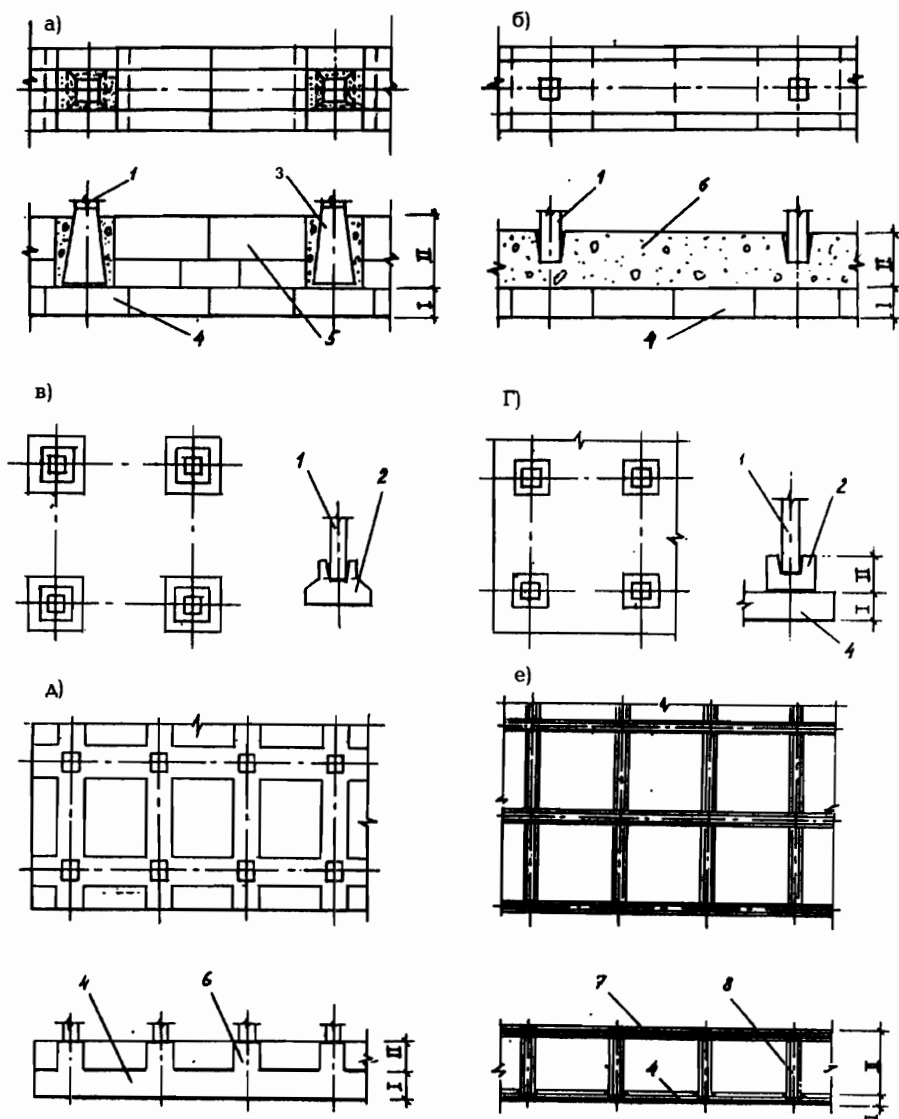


Рис. 12.16. Фрагменты фундаментов на естественном основании: а - ленточные сборные; б - ленточные сборно-монолитные; в - столбчатые; г, д - плиты: плоские, ребристые; е - коробчатые; 1 - колонна; 2 - стакан; 3 - подколонник; 4 - фундаментная плита; 5 - фундаментный блок; 6 - балка; 7 - верхняя плита; 8 - ребро

**Буронабивные свайные фундаменты** наиболее эффективны при возведении зданий повышенной этажности, когда грунты основания имеют невысокую несущую способность. Такие сваи выполняют функции глубоких опор с опиранием на более плотные грунты. Для повышения несущей способности свай используют методы бурения путем

раскатывания и уплотнения стенок скважин, а также создания различного рода уширений.

Технология производства работ состоит в бурении скважин, армировании, укладке бетонной смеси с последующим устройством ростверка в виде поясов или монолитных железобетонных плит.

При выполнении технологических процессов возведения элементов фундаментов осуществляется пооперационный контроль качества производства работ.

Контроль точности установки сборных фундаментов осуществляется в следующем порядке. Угловые и маячные блоки-подушки ленточных фундаментов устанавливаются по отвесам на грунтовое или песчаное основание толщиной 5...15 см. На уровне верхнего ребра блоков натягивается причалка, по которой монтируются промежуточные блоки.

При длине здания более 50 м над створным знаком оси можно установить теодолит, ориентируя его на противоположный створный знак и монтируя блоки не по причалке, а по рискам. Нивелирование поверхностей верхних граней блоков можно производить как со дна, так и с бровки котлована. Таким же образом разбивают свайные поля и устанавливают фундаменты стаканного типа.

Перемещение блоков и столбчатых фундаментов до совмещения рисок с визирной осью выполняют с помощью ломиков на весу до снятия блока со стропа. Нивелирование столбчатых фундаментов производят по дну стаканов.

Контроль вертикальности забивки свай осуществляют с помощью теодолита, а положение свай по высоте - геометрическим нивелированием.

При изготовлении фундаментов из монолитного бетона риски разбивочных осей и отметки верха укладки бетона выносят на стенку опалубки и закрепляют, а в местах отверстий для ввода коммуникаций устанавливают пробки. В процессе бетонирования положение закладных деталей, анкерных болтов и других элементов опалубки может измениться, поэтому до окончательного затвердевания бетона производят их дополнительную проверку и при необходимости вносят исправления.

При возведении надфундаментной части зданий используют одно- и многоярусные колонны, которые монтируются с применением одиночных или групповых кондукторов, системы подкосов или клиновых вкладышей. Установка шарнирно-связевых кондукторов производится на верхние обрезы фундаментов посредством специально сконструированных консольных опор. Конструкция консольных опор позволяет устанавливать кондукторы несмотря на наличие неспланированного грунта между фундаментами.

До установки колонн стаканы фундаментов промываются или продуваются сжатым воздухом, восстанавливаются риски и отметки, укладывается выравнивающий слой.

При монтаже колонн совмещаются риски нижней части колонны и фундамента и производится их временное закрепление. Временно вертикальность колонны высотой до 5 м можно проверить по отвесу, при окончательной выверке для этих целей используются теодолиты, установленные по осям в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Отклонения колонн от вертикали определяются как разность отклонений их верха и низа. Отметки консолей вычисляются по маркировочным отметкам. При монтаже колонн с применением кондукторов может быть осуществлена их выверка с помощью бокового нивелирования. На рис. 12.17 приведены варианты выверки колонн с применением струбцин и подкосов, методами наклонного проецирования и бокового нивелирования.

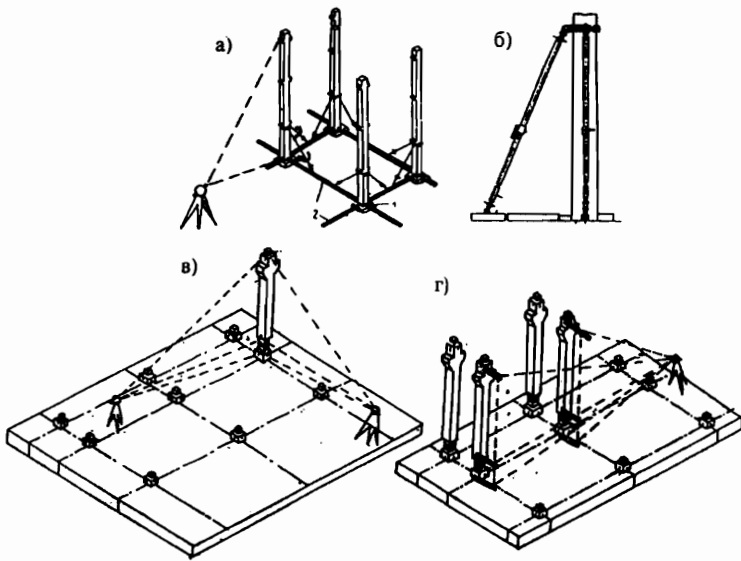


Рис. 12.17. Выверка многоярусных колонн: а, б – с применением подносов и струбцин; в, г – схемы бокового нивелирования и наклонного проецирования

Возведение фундаментов и подвальной части зданий из сборных конструкций осуществляется с применением самоходных стреловых кранов или кранов на рельсовом ходу (нулевиков). Краны на рельсовом ходу располагаются на бровке котлована, самоходные пневмоколесные и краны на гусеничном ходу могут также размещаться внутри котлована. Условия размещения механизмов зависят от размеров подземной части здания и ее конфигурации в плане, грунтовых условий, принятых способов производства работ и технических характеристик кранов.

Технические характеристики кранов рассчитываются аналитическим способом, так как высота подъема стрелы при возведении подземной части здания обычно не является регламентирующим фактором, за исключением расположения крана на дне глубокого котлована, а сборных элементов - на бровке выемки. Поэтому достаточно определить требуемый вылет стрелы  $L$  и грузоподъемность крана  $Q_k$  на этом вылете (рис. 12.18):

$$L = B + l_{\text{нормат}} + B/2, \text{ м},$$

$$Q_k = q_3 + q_{\text{т.п.}}, \text{ т},$$

где  $B$  - расстояние от места установки элемента до основания откоса, м;

$l_{\text{нормат}}$  - допустимое расстояние от основания откоса до ближайшей опоры машины (принимается по табл. 3 СНиП III-4-80\*), м;

$B$  - база крана или величина опорного контура, м;

$q_3$  - масса монтируемого элемента, т;

$q_{\text{т.п.}}$  - масса такелажных приспособлений, т.

Технологический процесс возведения подземной части осуществляется по однозахватной схеме для зданий точечного типа и многозахватной - для линейно протяженных и зданий сложной конфигурации в плане. Разбивка на захватки позволяет применять двух-, трехстадийные технологии с поточными методами производства работ. Как правило, при многозахватных схемах используются несколько кранов.

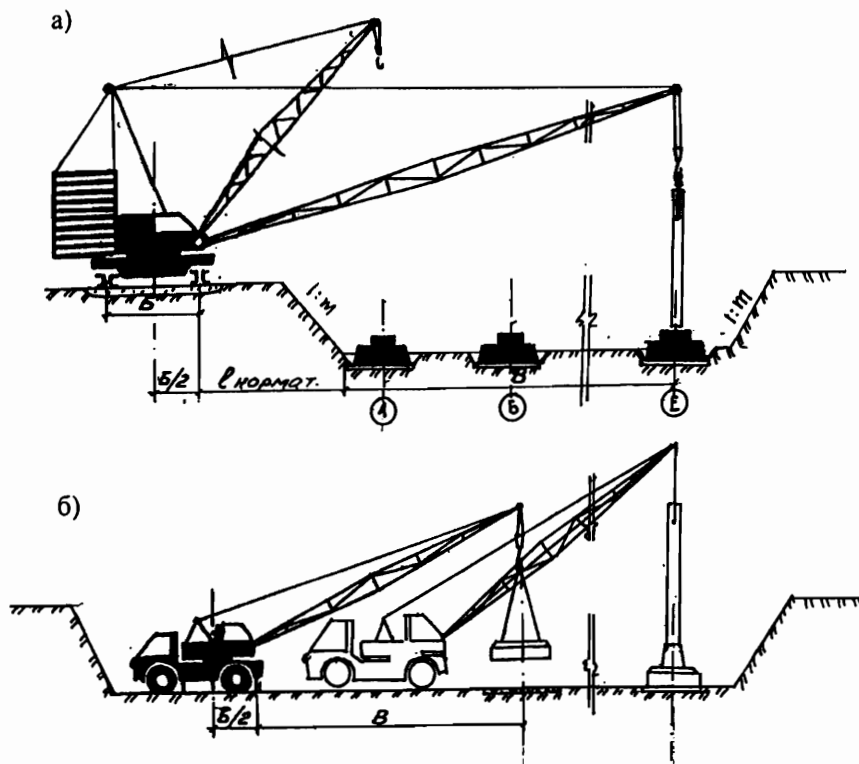


Рис. 12.18. Варианты размещения рельсового и автомобильного кранов при возведении подземной части зданий

## 12.8. Технологии возведения надземной части каркасных зданий

Технологии возведения надземной части зданий зависят от их архитектурно-планировочных особенностей, технологий производства и необходимого при этом оборудования, методов производства работ и др. факторов. Одним из важных параметров, определяющих взаимосвязь технологических процессов и возможность использования поточных методов производства работ, является принятие наиболее рациональной схемы возведения несущих и ограждающих конструкций. Оптимизация производства работ требует принятия определенной схемы развития и функционирования монтажных, специальных, отделочных технологических процессов, а также процессов по монтажу и наладке технологического оборудования. При этом могут быть использованы открытая или закрытая, двух-, трех- и многоцикличные технологии.

Как отмечалось ранее, в зависимости от назначения здания и технологии производственных процессов развитие монтажных потоков может осуществляться по горизонтальной, горизонтально-вертикальной (поярусной) и вертикальной схемам. При этом ведущим процессом является монтаж несущих и ограждающих конструкций, которому подчинены остальные процессы.

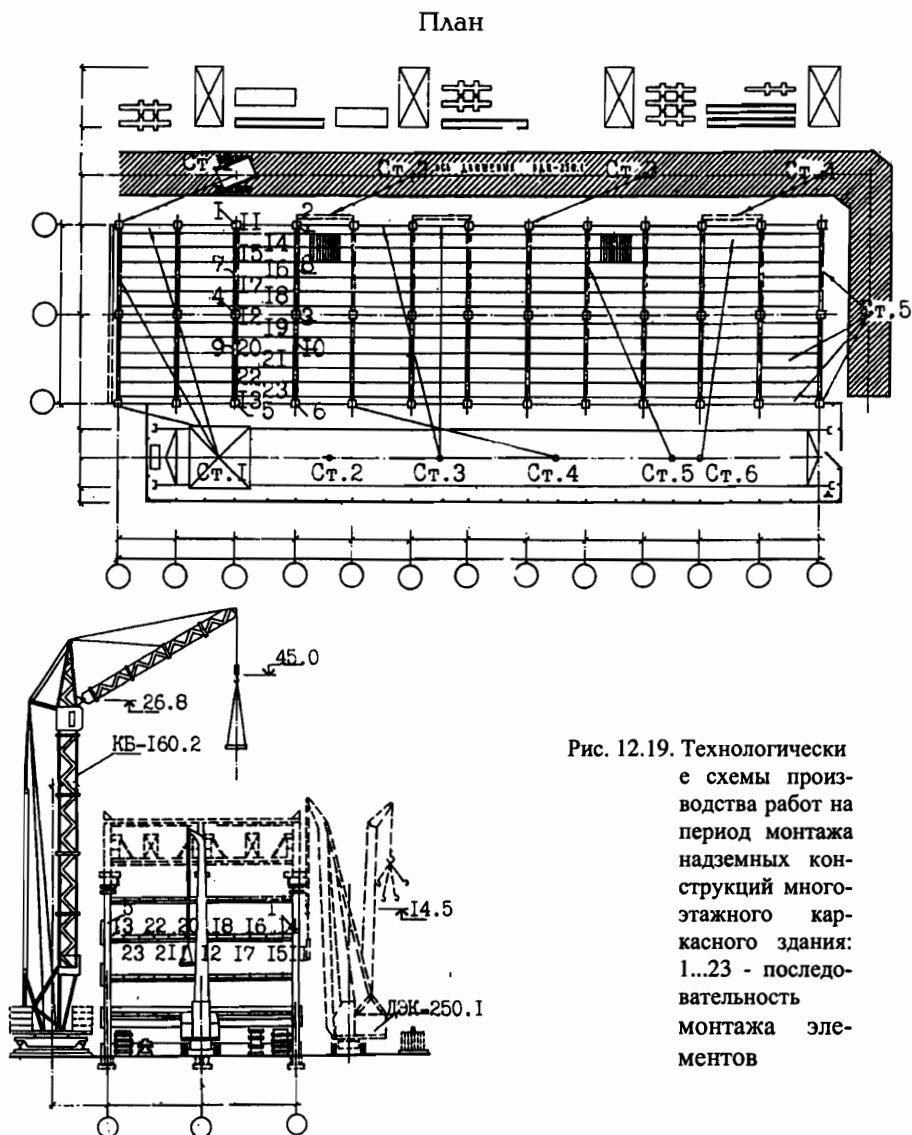


Рис. 12.19. Технологические схемы производства работ на период монтажа надземных конструкций многоэтажного каркасного здания: 1...23 - последовательность монтажа элементов

Методы возведения каркаса зданий и монтажа оборудования в значительной степени определяют содержание технологического процесса, приемов разбивки зданий на захватки, очередности и последовательности выполнения работ и т.п.

Как правило, при возведении каркасных зданий используется поэлементный метод монтажа с различной степенью укрупнения, определяемой уровнем технологичности конструктивных элементов. При этом могут использоваться различные средства механизации, определяемые технологической эффективностью и технико-экономическим обоснованием, а также методы монтажа конструктивных элементов с использованием специальных средств выверки и временного крепления.

Принципиальная схема возведения зданий каркасного типа предусматривает совмещение смежных технологических процессов. Основным условием при возведении несущих и ограждающих конструкций является обеспечение требуемой устойчивости элементов и частей здания при производстве монтажных работ. Это обстоятельство определяет технологическую последовательность монтажа отдельных элементов путем создания пространственно-жестких ячеек.

На рис. 12.19 приведены технологические схемы производства монтажных работ при устройстве каркаса с применением двухъярусных колонн, ригелей и плит перекрытий. Процесс возведения здания осуществляется двумя кранами: стреловым и башенным. Совмещение монтажных процессов достигается использованием кранов на различных захватках и процессах. Обеспечение пространственной жесткости элементов здания достигается оптимизацией технологической последовательности монтажа элементов, их временным и проектным закреплением.

В процессе возведения каркасов многоэтажных зданий большое внимание уделяется геодезическому сопровождению монтажных работ, т.к. недостаточно четкое соблюдение проектного планового, высотного или вертикального положения монтируемых конструкций может привести к чрезвычайным, даже аварийным ситуациям. Особое внимание следует уделять соблюдению вертикальности установки колонн.

При вынесении монтажного горизонта в обязательном порядке нивелируются опорные поверхности оголовков колонн. За искомый монтажный горизонт при этом принимается отметка наивысшей точки, уровень которой отмечается маяками.

Ригели и плиты перекрытий могут монтироваться без геодезического контроля, по рискам, но после монтажа перекрытия оси должны быть перенесены на этаж с помощью геодезических средств, а монтажный горизонт определен геометрическим нивелированием.



Стеновые панели в каркасных зданиях принято устанавливать по рискам и выверять с помощью углового шаблона и рейки-отвеса.

Лифтовые шахты, санитарно-технические кабины, диафрагмы жесткости, перегородки и другие сборные элементы устанавливаются, как правило, по рискам. Выверка их по вертикали выполняется по рейке-отвесу, а временное закрепление - упорами, тугами или подкосами.

После окончания монтажных работ на каждом этаже составляются исполнительные схемы отклонений сборных элементов от проектного положения и смещения осей элементов от разбивочных (проектных) осей здания. В соответствии с данными исполнительных схем при монтаже следующего этажа вносятся необходимые изменения в положение конструкций.

При возведении каркасных зданий применяются колонны высотой на три и более этажей. Применение многоярусных колонн позволяет повысить технологичность, уменьшить затраты на их изготовление и монтаж, повысить эксплуатационную надежность здания. В то же время их использование требует снижения допусков на отклонение при монтаже, учета гибкости колонн, разработки дополнительных мероприятий по обеспечению устойчивости в процессе их сборки.

В зависимости от длины колонн в процессе подъема их стропят за одну или две точки с помощью рамочных, пальцевых, балансирных и др. типов захваток. При установке многоярусных колонн необходимо правильно выбрать способ их подъема и перевода из горизонтального в вертикальное положение. Устанавливают колонны в проектное положение, используя рамно-шарнирные индикаторы, одиночные или групповые кондукторы, подкосы и связевые системы.

Наиболее рациональной технологией возведения каркаса зданий с многоэтажными колоннами является применение монтажной оснастки в виде наклонных связевых систем (подкосов). Это решение позволяет снизить трудоемкость работ, обеспечить требуемую точность выверки и временного крепления. На рис. 12.20 приведены технологические схемы монтажа каркаса здания с использованием колонн высотой на 3 этажа. Данная технология позволяет при минимальном комплекте оснастки осуществить комплексный процесс возведения по разделному и смешанному методу монтажа.

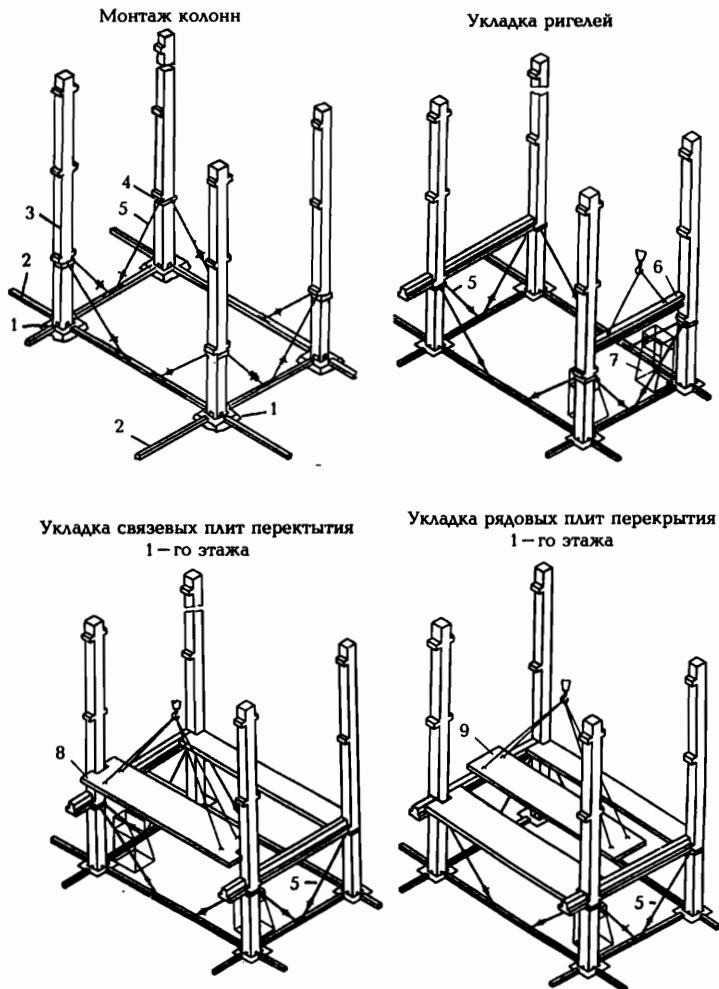


Рис. 12.20. Монтаж элементов каркаса с помощью комплекта оснастки конструкции ЦНИИОМТП: 1 – фундаменты стаканного типа; 2 – обвязочные балки; 3 – колонны; 4 – хомут; 5 – подкосы для выверки и временного крепления; 6 – ригель; 7 – монтажная площадка; 8 – связевая плита; 9 – рядовая плита

В то же время имеется положительный опыт применения групповых кондукторов и рамно-шарнирных индикаторов, обеспечивающих удобство и безопасность выполнения монтажных работ в пределах двух этажей.

При использовании одиночных кондукторов может быть принята дифференцированная или комплексная схемы монтажа. Дифференцированная схема предусматривает раздельную установку в пределах захватки колонн, ригелей, связевых плит перекрытия

рядовых плит сначала первого этажа, затем ригелей и плит перекрытия второго этажа и т.д.

Последовательность монтажа элементов во многом определяется требованиями к устойчивости здания, правилами безопасного ведения работ, а также обеспеченностью сборными элементами.

На рис. 12.21 приведены технологические схемы процесса монтажа каркаса типовой ячейки с использованием одиночных кондукторов. На схемах наглядно представлены все этапы монтажа элементов и их очередность. Схемы дают полное представление о положении монтажной оснастки, подмостей, строповки конструкций.

Ригели на консоли колонн могут укладываться "насухо" или на раствор. И в том, и в другом случае при выверке совмещают риски осей ригелей и колонн. Если применяются колонны на два этажа, то кроме обычного поэтажного монтажа элементов можно применить дифференцированный монтаж ригелей, т.е. вначале установить, выверить и закрепить сваркой ригели нижнего этажа, а затем - верхнего. Тогда после приварки ригелей к колоннам нужно будет уложить на раствор и закрепить прихваткой вначале связевые плиты нижнего этажа, а затем - верхнего, после чего в такой же последовательности установить основные плиты перекрытий. Положение при подъеме плит перекрытия нижележащего этажа в этом случае должно быть наклонным за счет применения тяг - удлинителей.

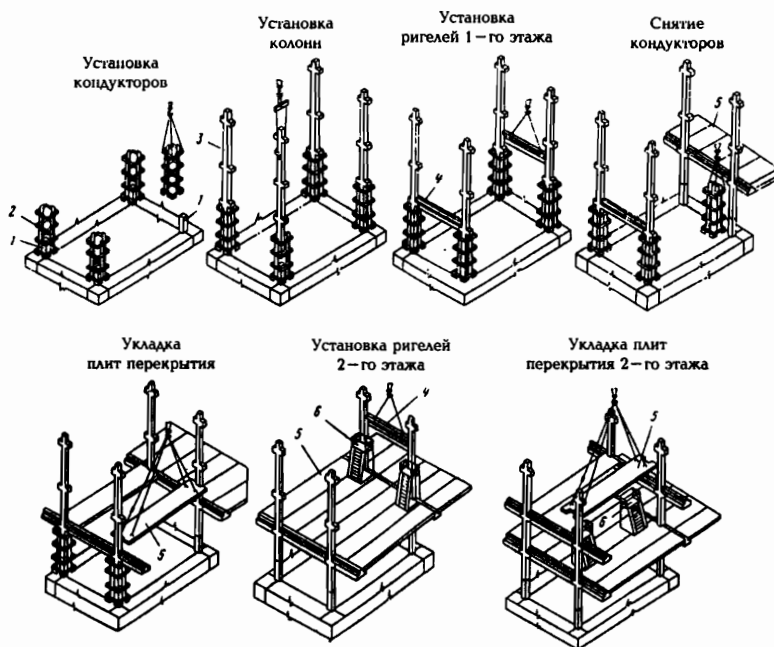


Рис. 12.21. Монтаж элементов каркаса с многоэтажными колонками с применением одиночных кондукторов конструкции ЦНИИОМТП: 1 - оголовок нижестоящей колонны; 2 - кондуктор; 3 - многоэтажная колонна; 4 - ригель; 5 - плита перекрытия; 6 - монтажная площадка

Последовательность монтажа элементов определяется количеством кондукторов.

В табл. 12.1 приведен график выполнения работ по монтажу элементов каркаса силовыми звена монтажников в количестве 5 чел.

Таблица 12.1

Часовой график монтажа конструкций

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Параграф ЕНиР	Затраты на единицу измерения		Затраты на общий объем работ		Состав звена по ЕНиР	Дни					
					маш.-ч.	чел.-ч.	маш.-см.	чел.-дн.		Смены					
										1	2	1	2	1	2
					6	7	8	9	10	11					
1	Снятие, перенос и установка кондукторов	перестановка	16	хроном. расч.	0-34	3-62	0-66	7-06	монтажники						
2	Установка колонн	шт.	44	4-1-7	0-26	1-04	1-4	5-38	5р-1						
3	Укладка ригелей	шт.	62	4-1-8	0-29	1-44	2-19	10-89	4р-1						
4	Укладка связевых плит	шт.	76	4-1-8	0-29	1-44	2-68	13-35	3р-2						
5	Установка диафрагмы жесткости	шт.	8	4-1-8	0-56	2-24	0-55	2-19	2р-1						
6	Укладка плит перекрытия	шт.	120	4-1-8	0-19	0-76	4-17	16-68							
7	Сварка узлов и закладных деталей шва	шт.		4-1-8					сварщики 5р-1						

Стрелками указан переход звена монтажников с одного процесса на другой, т.е. последовательность монтажа элементов. Горизонтальные участки графика соответствуют в масштабе продолжительности выполнения работ в сменах. Расчет трудозатрат и продолжительности работ производится по нормативным затратам.

Цифрами на графике показано количество монтируемых за данный период времени сборных элементов. На графике условно не показаны работы по омоноличиванию узлов и заделке стыков, которые должны проводиться после выполнения сварочных работ параллельно монтажу. Продолжительность этих работ определяется в соответствии с ЕНиР 4-1. Для выполнения монтажных процессов принято звено монтажников в составе 5 чел., а звено сварщиков - 2 чел.

При устройстве монолитных стыков необходимо применять инвентарные опалубки и приспособления, повышающие индустриальность ведения работ.

Трудозатраты на установку кондукторов и их перестановку определяют по данным хронометража.

Принципиальная схема технологии возведения 4-этажного 3-пролетного промышленного здания с типовыми ячейками размером 6х9 м приведена на рис. 12.22. В данном варианте конструктивно-технологического решения использованы колонны высотой на 2 этажа, ригели пролетом 9.0 м и плиты перекрытия шириной 1,2 м и длиной 8,8 м.

Процесс возведения каркаса здания осуществляется по горизонтально-восходящей схеме с дифференцированным методом монтажа конструктивных элементов. Такая схема производства работ включает раздельный метод монтажа двухъярусных колонн первых двух этажей и дифференцированный - типовых. Наличие колонн нижних этажей большей массой потребовало использования стрелового самоходного крана для их установки. Все конструкции последующих этажей монтируются башенным краном. Для обеспечения фронта работ рекомендуется устанавливать колонны по рядам с проходкой стрелового крана в пределах поперечного сечения. Остальные элементы каркаса этих этажей и последующих монтируются с применением башенного крана.

Технологическая последовательность выполнения работ монтажного цикла приведена на соответствующих технологических схемах.

Анализ приведенных технологических решений показывает, что несмотря на достаточно эффективную технологию возведения каркаса здания имеется ряд существенных недостатков, присущих дифференцированному методу монтажа. В первую очередь следует отметить, что последовательный монтаж сначала всех ригелей, а затем плит перекрытий снижает возможность управления качеством работ из-за неизбежных отклонений в геометрических размерах.

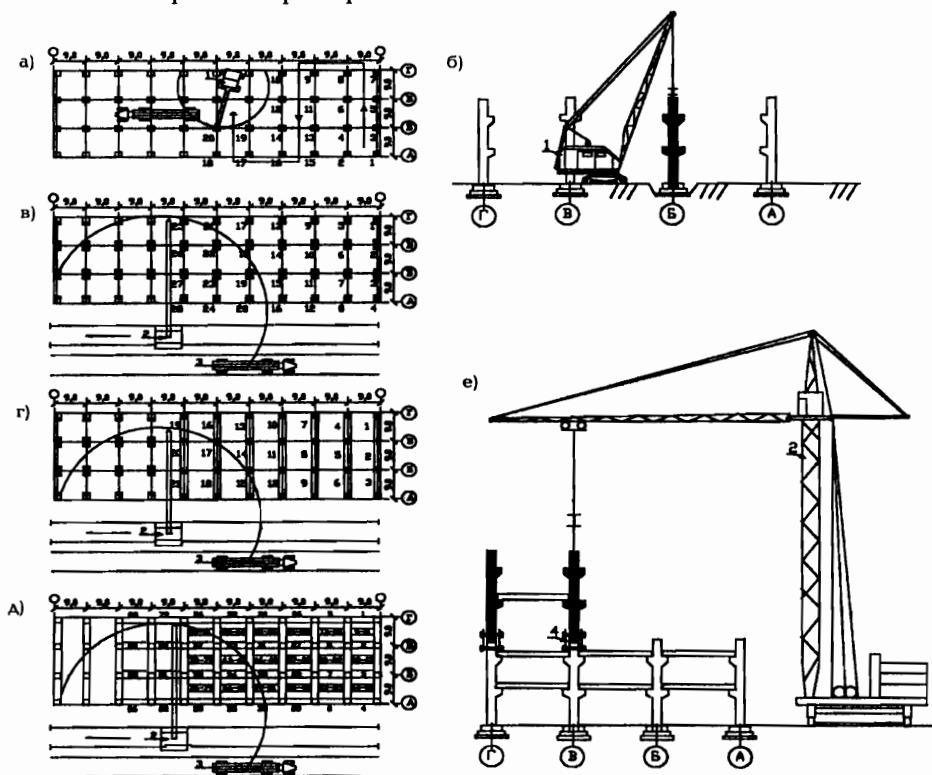


Рис. 12.22. Технологические схемы монтажа каркаса здания стреловым и башенным краном: а, б – монтаж двухъярусных колонн в стаканы фундаментов; в – технологическая последовательность монтажа колонн 3...4 этажей, г, д – ригелей и перекрытий; е – схема монтажа двухъярусных колонн с применением одиночных кондукторов: 1 – стреловой кран; 2 – башенный кран; 3 – транспортное средство; 4 – одиночные кондукторы

В результате такого подхода не обеспечивается требуемая точность монтажа и исключается возможность воздействия на ее повышение. Вторым обстоятельством, снижающим технологическую эффективность монтажных процессов, является высокая потребность в монтажных средствах временного крепления колонн (кондукторах), что снижает рентабельность производства работ. Принятая технология требует одновременного использования большого числа конструктивных однотипных элементов, что в реальных условиях производства труднодопустимо.

И, наконец, дифференцированная схема монтажа не обеспечивает требуемого уровня надежности по устойчивости и геометрической неизменяемости отдельных частей каркаса здания.

Таким образом, более рациональным является комплексная схема монтажа, которая исключает перечисленные недостатки и обеспечивает реализацию горизонтально-восходящей схемы. Это обстоятельство позволяет также совмещать смежные технологические процессы, приближая их к реализации метода производства работ с ритмичными потоками.

## **12.9. Возведение стенового ограждения**

Стеновое ограждение многоэтажных зданий выполняется из сборных навесных элементов различной разрезки, отвечающих современным требованиям по теплотехнике. Наибольшее распространение получило двухрядная разрезка с плоскими панелями размером на ширину пролета, двухъярусные панели на высоту двух и более этажей и др. конструктивные решения. Как показали исследования, снижение теплотерь и повышение эксплуатационной надежности достигается при переносе стыков панелей из зоны примыкания к колоннам. Наиболее рациональной является геометрическая разрезка с минимальной протяженностью стыков панелей и их размещением в пределах пролета. Это обстоятельство позволяет повысить технологичность конструктивных элементов, эксплуатационную надежность и ремонтпригодность стыков.

Одним из важных факторов, определяющих выбор конструктивного решения наружных панелей является, наряду с повышением технологичности, возможность улучшения архитектурной выразительности фасадов зданий путем использования конструктивных элементов и деталей различной геометрической разрезки, применения панелей с наружным слоем в виде рельефной поверхности, вскрытой фактуры, а также широкой цветовой гаммы.

На рис. 12.23 приведены варианты конструктивного решения панелей наружных стен с различной степенью геометрической разрезки.

В отечественной и зарубежной практике наметилась тенденция применения крупноразмерных панелей наружных стен вертикальной и горизонтальной разрезки, а также

применение мелкоэлементных панелей с повышенной архитектурной выразительностью.

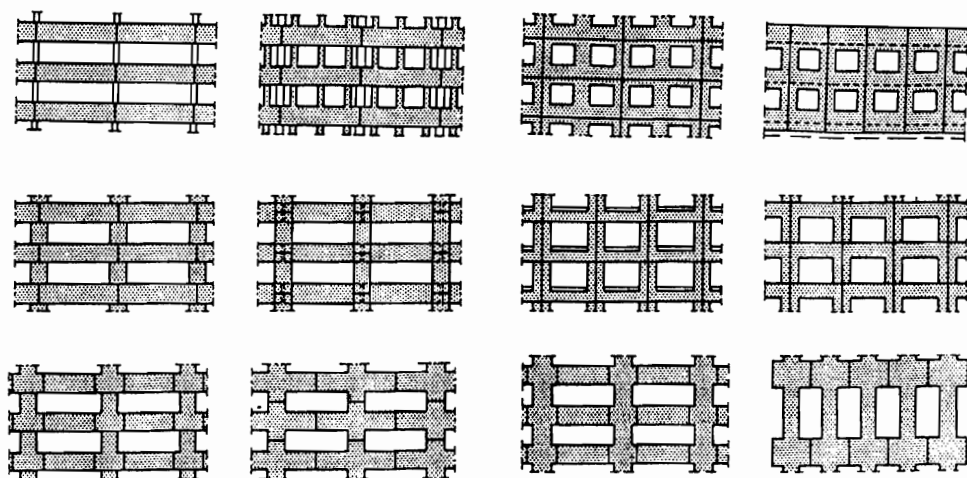


Рис. 12.23. Варианты конструктивного решения панелей наружных стен по признаку геометрической разрезки

Монтаж стенового ограждения ведется после установки несущих конструкций каркаса. Смонтированные несущие конструкции должны быть приняты и оформлены актом приемки.

До начала установки навесных панелей стен определяют их проектное положение. Для этой цели наносят риски на колонны и плиты перекрытия, а по высоте - на грани колонн. Стены двухрядной разрезки монтируют поэтажно в пределах захватки. Размеры захватки при монтаже панелей должны соответствовать размерам захватки для монтажа каркаса здания. При использовании самоходных стреловых кранов на монтаже стен двухрядной разрезки поясные и простеночные панели устанавливают одновременно на высоту захватки с одной стоянки крана.

Поясные панели необходимо устанавливать с помощью механической траверсы с системой поддерживающих приспособлений. Конструкция траверсы и схема производства работ приведены на рис. 12.24.

Использование специальной конструкции траверсы позволяет осуществлять выверку и временное крепление панелей без применения крана, чем достигается увеличение производительности труда. Поворотное устройство, расположенное на траверсе, обеспечивает временное ее крепление на плитах перекрытия.

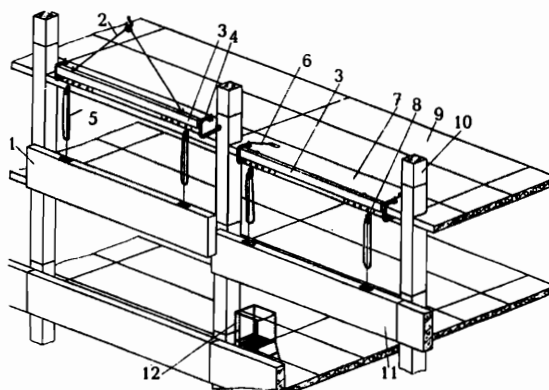


Рис. 12.24. Установка панелей стен при помощи траверсы с поддерживающими приспособлениями конструкции ЦНИИОМТП: 1 – рядовая панель стены в процессе установки; 2 – двухветвевой строп; 3 – траверса; 4 – поворотный захват; 5 – поддерживающее приспособление; 6 – предохранительный цепной строп; 7 – связевая таль; 8 – рядовая плита перекрытия; 9 – рядовая плита перекрытия; 10 – колонна; 11 – рядовая панель в процессе выверки в проектное положение; 12 – монтажная площадка

Применение таких траверс дает возможность за время выверки и временного крепления одной панели использовать кран для подачи следующей. Поясные панели, опирающиеся на простеночные панели или плиты перекрытия, временно крепят к колоннам с помощью струбцин или подкосов со струбцинами.

На рис. 12.25 приведена схема установки угловых и простеночных панелей с использованием струбцин. Особое место в процессе монтажа занимают работы по сварке панелей с колоннами.

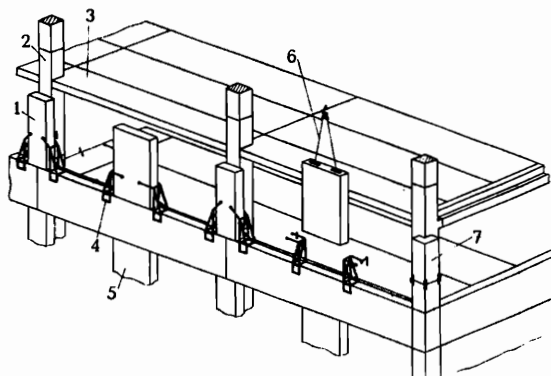


Рис. 12.25. Установка простеночных и угловых панелей стен при помощи струбцин с откидными хомутами: 1 – простеночная панель у колонны; 2 – колонна; 3 – связевая плита; 4 – струбцина с откидным хомутом; 5 – простеночная панель; 6 – двухветвевой строп; 7 – угловая панель, временно закрепленная при помощи троса с натяжным устройством



Для обеспечения геометрической точности монтажа панелей используются различные конструкции манипуляторов (рис. 12.26). Базой манипулятора служит кондуктор, закрепляемый на колонне. К элементам кондуктора шарнирно присоединены связи, обеспечивающие фиксацию сборных элементов фасадов в проектное положение. Применение манипуляторов способствует снижению трудозатрат, кранового времени, а также повышению качества работ.

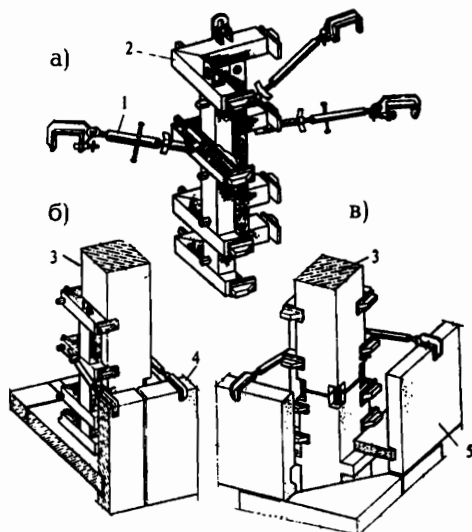


Рис. 12.26. Манипулятор для монтажа панелей наружных стен: а – вид манипулятора; б, в – крепления фасадных и угловых панелей; 1 – монтажная связь со струбциной; 2 – рама кондуктора; 3 – колонна; 4, 5 – панели

## 12.10. Индустриальные технологии устройства стыков

Сопряжение элементов каркаса, как правило, выполняется с помощью сварки, которая может производиться в ручном и полуавтоматическом режимах. Для ручной дуговой сварки применяют электроды типа Э-42, Э-50. Для полуавтоматической сварки используют самозащитную легированную проволоку, ванную сварку стержней арматуры осуществляют специальными видами проволоки.

Контроль качества сварных соединений должен осуществляться с применением магнитно-электрических, ультразвуковых и др. приборов, а результаты контроля регистрироваться в журнале сварочных работ.

В зависимости от конструктивного решения каркаса применяются различные стыки колонн. Каждому типу стыков соответствуют различные режимы сварки, оборудование и электроды.

В рамно-связевом варианте каркаса стыки колонн соединяют между собой сваркой по контуру стальных оголовков. В рамном варианте колонны соединяют между собой посредством сварки арматурных накладок к стальным оголовкам колонн.

Колонны также могут соединяться между собой путем сварки выпусков продольной арматуры. Соединение арматурных выпусков в этом случае производят в полуавтома-

тическом режиме в медных или графитовых формах. Перед сваркой концы стыкуемых стержней очищают стальной щеткой, предварительно обеспечив их соосность. Наиболее эффективной следует считать полуавтоматическую сварку с использованием облегченных полуавтоматов А-1114М и А-15304Э.

Ригели соединяют с колонной сваркой закладных деталей в нижней и верхней зонах. При рамно-связевом варианте применяют вставки из арматурной стали или накладок из листового металла, а при рамном варианте - за счет выпусков нижней арматуры ригеля и колонн.

Связевые плиты соединяют между собой при помощи накладок, свариваемых с закладными деталями. Места опирания плит свариваются с закладными деталями ригелей. Верхние и нижние арматурные выпуски связевых плит сваривают после укладки плит перекрытия.

Плиты перекрытия соединяют между собой и ригелями посредством сварки закладных деталей с использованием накладок. Используются как ручная, так и полуавтоматическая сварка. На рис. 12.27 и 12.28 приведены узлы сопряжения сборных элементов рассматриваемых схем.

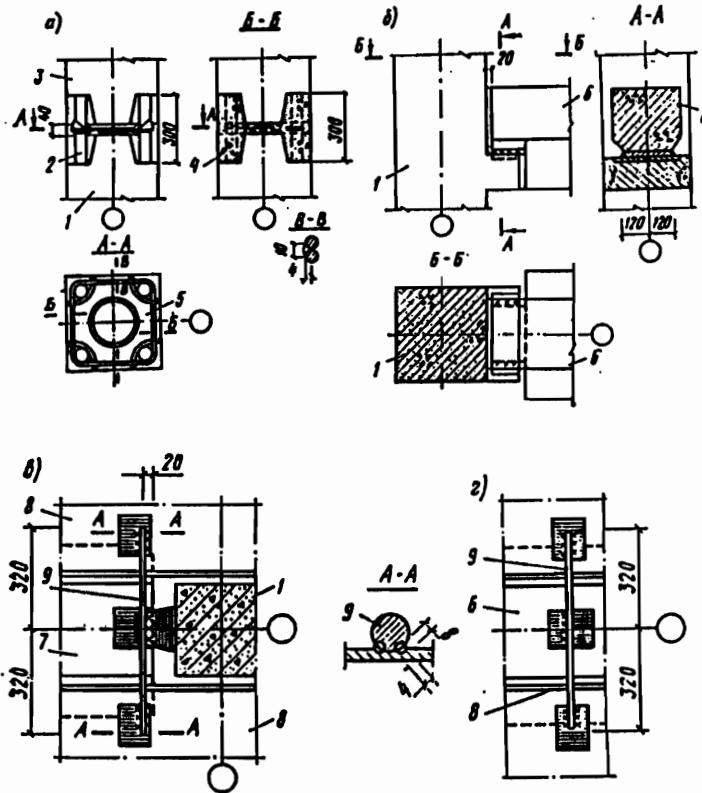


Рис. 12.27. Узлы сопряжения элементов каркаса по связевой схеме: а - стык колонны; б - стык ригеля с колонной; в - стык диафрагмы жесткости с колонной; г - узел сопряжения плит перекрытий; 1 - нижестоящая колонна; 2 - арматурный выпуск колонны; 3 - вышестоящая колонна; 4 - бетон замоноличивания; 5 - арматурный хомут; 6 - ригель; 7 - диафрагма жесткости; 8 - плита перекрытия; 9 - арматурная накладка

Контроль сварочных работ осуществляется путем оценки качества сварных швов, сварочных материалов, качества подготовки свариваемых элементов. Контролируют режим работы сварочного аппарата, технику сварки. После окончания работ определяют наличие дефектов в швах и методы их устранения.

По окончании сварки проводят цикл антикоррозийных работ. Эти операции осуществляют путем газопламенного нанесения цинковых и цинково-алюминиевых покрытий. Используется специальная установка УПН-6 в комплекте с компрессором, маслоотделителем, баллонами со сжиженным газом и редуктором. Металлизация проводится оператором, имеющим специальную подготовку.

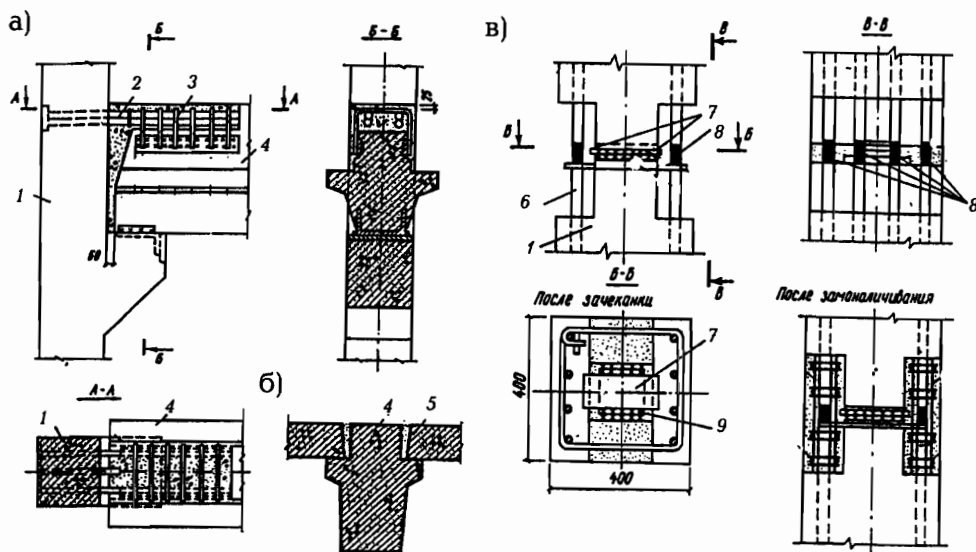


Рис. 12.28. Узлы сопряжения элементов рамного каркаса: а - стык ригеля с колонной, б - сопряжения плит перекрытий с ригелем; в - стык колонн; 1 - колонны; 2 - спаренные выпуски арматуры; 3 - хомуты; 4 - ригель; 5 - плита перекрытия; 6 - выпуски арматуры; 7 - центрирующая прокладка; 8 - ванная сварка выпусков арматуры; 9 - места сварки центрирующей прокладки с закладными деталями колонн

После выполнения сварочных работ омоноличивают стыки бетонной смесью или раствором. Состав работ включает: устройство опалубки, подачу бетонной или растворной смеси, ее укладку и уплотнение. При производстве работ в зимнее время предусматриваются мероприятия по обеспечению и созданию необходимого тепловлажностного режима твердения.

В зависимости от вида конструктивных элементов при омоноличивании стыков могут быть использованы инвентарные виды опалубки в виде подвешиваемых щитов, а также специальная пресс-опалубка. Последняя нашла широкое применение при омоноличивании стыков колонн.

На рис. 12.29 приведены принципиальные схемы опалубки стыков. Они состоят из двух разъемных элементов с загрузочной емкостью и механическим домкратом. Смесь подается в загрузочную емкость, затем механическим домкратом направляется в по-

лость стыка. При повторении такого приема достигается заполнение и уплотнение стыка бетонной смесью. Это позволяет производить немедленное распалубливание стыка. При использовании более жестких смесей необходимо применять дополнительную вибрацию, обеспечивающую большую проницаемость и сцепление смеси с элементами стыка. В последнее время имеется опыт использования бетонов на быстротвердеющих и расширяющихся цементах. Такие смеси могут быть успешно рекомендованы при производстве работ в зимнее время, а также при условиях, когда необходимо сокращение сроков набора прочности бетона.

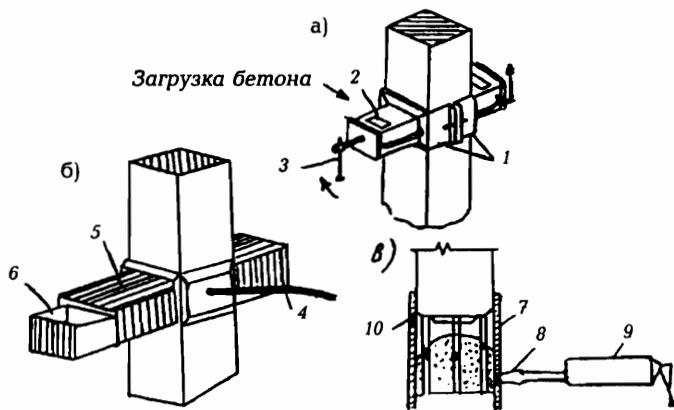


Рис. 12.29. Омоноличивание стыков с применением различных опалубок: а - пресс-опалубка; б - вакуум-опалубка; в - опалубка с нагнетанием раствора; 1 - разъемные элементы; 2 - загрузочная камера; 3 - механический дократ; 4 - вакуум-привод; 5 - шлюзовая камера; 6 - загрузочная камера; 7 - щиты опалубки; 8 - штуцер; 9 - ручной растворонасос; 10 - контрольное отверстие

При использовании подвижных бетонных смесей и смесей с пластифицирующими добавками применяются вакуум-щиты и вакуум-формы, с помощью которых производится удаление избыточного количества воды. В сочетании с вибрационным воздействием это позволяет существенно повысить физико-механические характеристики материала стыка.

Омоноличивание стыков колонн производится также с помощью раствора, нагнетаемого в опалубку ручным насосом. В этом случае используют опалубку, имеющую в нижней части штуцер для шланга растворонасоса, а с противоположной стороны - контрольное отверстие. Подают раствор до момента его выдавливания из контрольного отверстия.

Широкое распространение получила технология омоноличивания стыков с применением пресс-опалубки. На рис. 12.30 приведена ее конструктивная схема, наиболее часто применяемая в строительстве каркасных зданий с колоннами сечением от 300х300 до 400х600 мм. Основным элементом опалубки является камера нагнетания с механическим пуансоном. Отличительной особенностью такого решения опалубки является простота крепления к стыку колонн, малая масса, высокая степень техноло-

гичности и низкая трудоемкость работ. При соблюдении технологических режимов и состава бетона достигается получение высокопрочного и долговечного стыка.

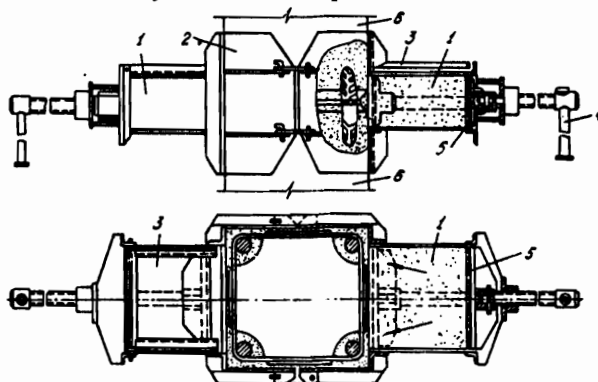


Рис. 12.30. Пресс-опалубка для замоноличивания стыков колонн бетонной смесью; 1 – камеры нагнетания; 2 – опалубка; 3 – крышки; 4 – рукоятка; 5 – пуансон; 6 – колонны

При больших объемах работ подача бетонной смеси к месту укладки осуществляется средствами трубопроводного транспорта, что способствует комплексной механизации и снижению трудозатрат. Используются растворонасосы С-1042, С-683, С-484, установки СО-48Б, СО-49Б с максимальным рабочим давлением до 1,5 МПа и дальностью подачи 50...150 м - по горизонтам и 15...30 м - по вертикали. Растворонасосы следует применять при достаточно больших объемах работ.

Особые условия предъявляют к технологии омоноличивания стыков при отрицательных температурах.

При производстве работ в зимнее время применяют бетон более высокого класса. Запрещается укладывать схватившуюся или подмороженную смесь и добавлять в нее воду.

При использовании смесей с противоморозными добавками следует учитывать, что при наличии цинковой или цинково-алюминиевой антикоррозийной защиты закладных деталей разрешается использовать только добавку нитрита натрия. Другие виды добавок не допускаются.

Температура смеси после укладки должна быть не менее + 5°C. Выдерживать бетон следует до приобретения критической прочности не менее 5 МПа.

Для сокращения сроков набора прочности стыка следует использовать:

- электродный прогрев - для стыков колонн со стаканами фундаментов, плит, ригелей и колонн;

- различные виды греющих опалубок - для стыков колонн;

- опалубки с токопроводящим покрытием - для стыков плит, ригелей и колонн.

Для всех типов опалубки с мягкими режимами и невысокими температурами целесообразно применять фанерные палубы с запрессованными нагревателями. В качестве нагревателей могут использоваться греющие кабели марок КНМС, нагреватели проводов ПОСХВ, токопроводящие ткани, полипропиленовые композиты с графитом и др. Применение таких покрытий резко снижает адгезию бетона с опалубкой и повышает качество поверхностей.

Для поддержания температуры бетона 70-80°C рекомендуется использовать термореле с датчиком температуры, который устанавливается в непосредственной близости к поверхности бетона или раствора.

Особое место занимают процессы герметизации стыков панелей наружных стен. С целью обеспечения требований по воздухо- и влагонепроницаемости герметизируют стыки нетвердеющими или вулканизирующими мастиками и эластичными пористыми прокладками. Для этого используется бутепрол, полиизобутиленовые (УМС-50), бутилкаучуковые (МБС), нетвердеющие мастики, нанесение которых осуществляется с помощью шприцев под давлением от компрессора. Для снижения вязкости предусматривается предварительный их подогрев до 90-120°C.

В качестве вулканизирующих мастик используются тиоколовые типа У-30М, ГС-1, КБ-0,5. Эти мастики наносят на шов стыка слоем толщиной 2-3 мм из шприцев, заправка которых производится в условиях цеха или строительной площадки с помощью специальных устройств.

Для повышения герметичности стыков применяют прокладки из гернита, пароизола и других материалов, наклеиваемые на мастиках изол, КН-2 или КН-3. При устройстве горизонтального стыка упругую прокладку наклеивают на торец нижестоящей панели, после чего поверхность прокладки покрывают мастикой и сверху устанавливают панель.

Для горизонтальных и вертикальных стыков прокладки укладывают в обжатом состоянии. Герметизацию стыков производят поэтажно или после окончания монтажа здания. Используются переставные площадки или самоподъемные люльки, а при больших объемах работ - крышевые краны.

## **12.11. Оценка точности сборки многоэтажных каркасных зданий**

Точность монтажа конструкций связана с соблюдением допустимых возможных отклонений от проектных размеров (допусков). Эти отклонения оцениваются со знаком "+" или "-" в большую или меньшую сторону.

Различают допуски функциональные и технологические. Функциональные допуски назначаются с учетом надежности процесса. Они должны компенсировать влияние всех погрешностей измерений, отклонений линейных размеров и положения элементов.

Технологические допуски регламентируют точность технологических процессов и операций при изготовлении и установке сборных элементов, а также при выполнении геодезических разбивок. Их назначают из условий обеспечения рациональности процесса и технической достижимой точности использования определенного оборудования, инструмента и оснастки. Технологические допуски ориентированы на качественное выполнение отдельных операций и должны обеспечивать индустриальные способы производства работ без дополнительной подгонки.

В практических расчетах допуски или погрешности последовательно суммируются на длине расчетного участка, начиная от базовой оси и кончая замыкающим звеном расчетной цепи. За расчетный участок в свободных цепях принимается расстояние между соседними, связанными монтажной последовательностью установочными осями (например, осями колонн) или ровными маяками.

В монтажных работах расчетом точности определяются следующие основные допуски конструкции: допуск зазора, допуск площадки опирания, допуск смещения грани смежных элементов или допустимый уступ, допуск общего размера конструкции.

Основными конструктивными элементами каркаса являются: колонны, ригели, связевые и рядовые плиты перекрытия.

Точность установки каждого элемента влияет на общий показатель качества монтажа конструктивных узлов и характеризуется полем допусков (рис. 12.31).

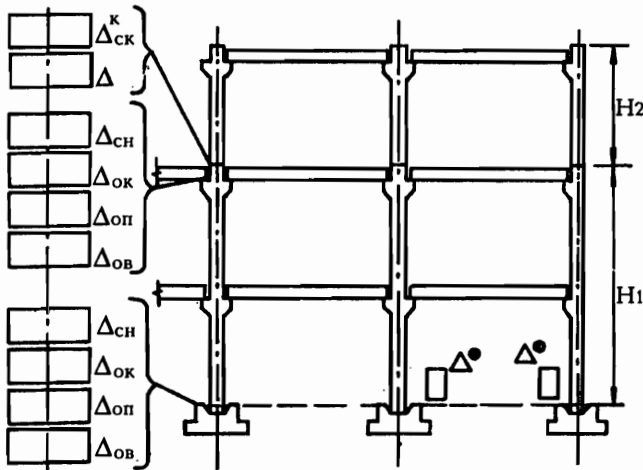


Рис. 12.31. Схема полей допусков

**Монтаж колонн.** Основными контролируемыми параметрами точности установки являются: неvertикальность, несоосность и разность отметок поверхностей оголовков колонн. Колонны в зданиях типовых серий применяются высотой на 1, 2, 3, 4 и 5 этажей с общей длиной от 2,5 до 18 м.

Принимается следующая схема ориентирования:

- низ и верх колонн ориентируют относительно разбивочных осей на стаканах фундаментов;
- при установке на нижестоящие колонны низ ориентируют по рискам нижестоящих колонн, а верх - относительно разбивочных осей.

Неvertикальность колонн  $\Delta_n^k$  по высоте яруса определяется следующей зависимостью:

$$\Delta_n^k = \sqrt{(\Delta_{n-1}^b)^2 + (\Delta_{yH})^2 + (\Delta_n^b)^2},$$

где  $\Delta_{n-1}^b$  - отклонение верха колонн нижележащего яруса;

$\Delta_{yH}$  - смещение устанавливаемой колонны по отношению к установочной риске верха нижележащей колонны;

$\Delta_n^b$  - отклонение от проектного положения верха устанавливаемой колонны.

В свою очередь, отклонение верха каждого яруса колонн зависит от погрешностей передачи осей по вертикали  $\Delta_{OB}$ , разбивки осей в плане  $\Delta_{OP}$ , разбивки установоч-

ных рисков при определении осей колонн  $\Delta_{OK}$ , совмещения ориентиров при установке верха колонны  $\Delta_{вк}$ .

С учетом принятых отклонений суммарный допуск неперпендикулярности колонн n-го яруса составит:

$$\Delta_n^K = \sqrt{2(\Delta_{ов})^2 + 2(\Delta_{он})^2 + 3(\Delta_{ок})^2 + 2(\Delta_{вк})^2 + (\Delta_{ск}^K)^2}.$$

Несоосность колонн зависит от точности разбивки установочных рисков и точности их совмещения

$$\Delta_{нк} = \sqrt{2(\Delta_{ок})^2 + (\Delta_{ск}^K)^2},$$

где  $\Delta_{ск}^K$  - точность совмещения установочных рисков.

Разность отметок опорных поверхностей по вертикали  $\Delta_{ро}^n$  складывается из отклонений опорных поверхностей фундаментов  $\Delta_{оф}$  и точности изготовления колонн по длине  $\Delta_{кд}$ .

$$\Delta_{ро}^n = \sqrt{2\Delta_{оф}^2 + \Delta_{кд(1)}^2 + \dots + \Delta_{кд(n)}^2},$$

где  $\Delta_{кд(1)}$  - точность изготовления колонн первого яруса;

$\Delta_{кд(n)}$  - точность изготовления колонн n-го яруса.

**Монтаж ригелей.** При монтаже ригелей точность сборки каркаса зависит от отклонений в размерах площадок опирания и зазоров в узлах сопряжений. На рис. 12.33 приведена схема полей допусков для определения отклонений размеров зазоров между колонной и ригелем, длиной опирания ригеля на консоль колонны. На колебания зазоров между торцом ригеля и гранями колонны оказывают влияние отклонения в размерах ригеля, колонны, расстояния между осями колонн.

Допуск зазора ригеля может быть подсчитан:

- по верхней грани ригеля:

$$\Delta_v = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\Delta_{np}^l\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\Delta_{lp}^в\right)^2 + 2\left(\frac{1}{2}\Delta^{вк}\right)^2 + (\Delta_c^p)^2},$$

- по нижней грани ригеля:

$$\Delta^H = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\Delta_{np}^l\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\Delta^{вк}\right)^2 + (\Delta^{лк})^2 + (\Delta_c^p)^2}.$$



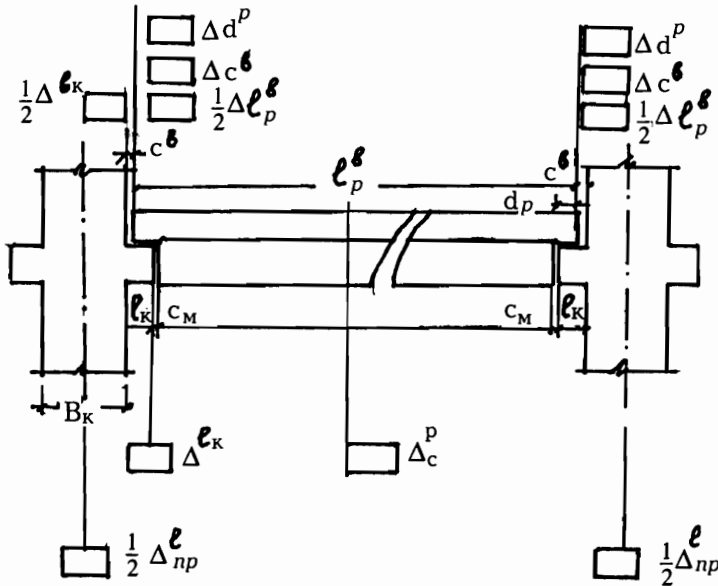


Рис. 12.32. Схема допусков при монтаже ригелей

Допуск размера длины опирания ригеля  $d_p$  на консоль колонны:

$$\Delta_d = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\Delta_{np}^l\right)^2 + (\Delta_{lk}^k)^2 + \left(\frac{1}{2}\Delta_{lp}^e\right)^2 + (\Delta_c^p)^2},$$

где  $\Delta_{np}^l$  - допуск на изменение длины пролета между осями;  $\Delta_{lp}^e, \Delta_{lp}^n$  - допуск на изменение длины ригеля по верху и низу;  $\Delta^{BK}$  - допуск на изменение ширины колонны;  $\Delta_{lk}^k$  - допуск на изменение длины консоли;  $\Delta_c^p$  - допуск на точность укладки ригеля на опоры.

В приведенные зависимости входит величина допуска размера пролета между осями колонн  $\Delta_{np}^l$ . В верхнем сечении колонн допуск  $\Delta_{np}^l$  равен допускам смещения неперпендикулярности осей колонн  $\Delta_n^k$ . Для многоэтажных колонн (без учета изгиба их оси) достаточно обеспечить необходимый допуск оголовка, а промежуточные точки на оси будут находиться в пределах допусков.

**Монтаж связевых и рядовых плит перекрытия.** Связевые плиты укладываются по осям колонн на полки ригелей. Основными параметрами точности сборки (рис. 12.33) являются: отклонение размеров пролета между гранями ригелей  $\Delta_{риг}$  и

длины плиты  $\Delta_{l_{nn}}$ . Суммарный допуск отклонений с учетом указанных параметров может быть определен по формуле:

$$\Delta_{nl} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\Delta_{риг}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\Delta_{l_{nn}}\right)^2 + (\Delta_{сп}^{nl})^2}.$$

В то же время на величину  $\Delta_{nl}$  будут оказывать влияние точность разбивки установочных рисок колонн, колебания размеров ригеля  $B_n$  и  $B_p$ . На отклонение размеров площадок опирания плит влияют погрешности в размерах полки ригеля  $L_p$ .

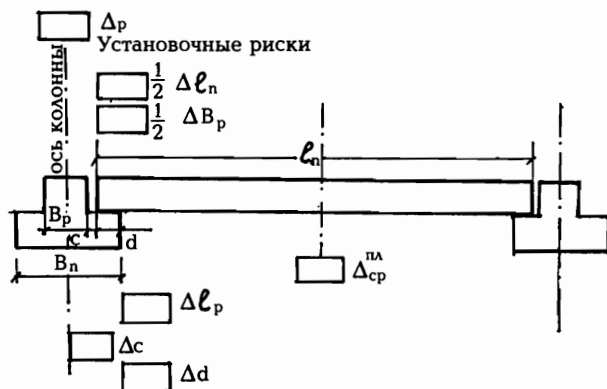


Рис. 12.33. Схема допусков при монтаже связевых плит

Аналогичную схему имеем при установке рядовых плит перекрытия. Существенное влияние на точность монтажа оказывают геометрические размеры плит, особенно отклонения, вызванные изгибом в плоскости плиты, пропеллерностью, нелинейностью граней.

## 12.12. Особенности возведения многоэтажных зданий из крупногабаритных элементов

Одним из путей сокращения сроков строительства многоэтажных каркасных зданий является повышение уровня технологичности конструктивных элементов, которое достигается путем увеличения их габаритных размеров, оптимизации разрезки здания, использования стыковых соединений, не требующих значительных трудозатрат.

Переход на сборку зданий из крупногабаритных элементов стал возможен при наличии мобильных стреловых пневмоколесных и башенных кранов, технологические параметры которых позволяют осуществлять монтаж конструктивных элементов массой 40... 50 т и более. Это обстоятельство позволило по-новому подойти к принципам разрезки зданий, исключив в ряде случаев стыковку элементов, как наиболее трудоемкие и технологически сложные процессы, требующие тщательного соблюдения технологических регламентов производства работ.

В отечественной и зарубежной практике имеет место использование многоэтажных колонн на высоту до 6 этажей, плит перекрытия площадью на ячейку, внутренних стеновых панелей на шаг колонн, наружных стеновых панелей на 2... 5 этажей и т.п.

В качестве примера на рис. 12.34 приведена конструктивно-технологическая схема пятиэтажного здания с подвальным этажом, в котором использованы максимально укрупненные конструктивные элементы: колонны длиной 26,8 м на полную высоту, ригели, панели перекрытия типа 2Т размером на пролет 2,4х7,2 м; стеновые ограждения ленточного типа с длиной панелей 7,2 м; внутренние перегородки и диафрагмы жесткости размером 7,2х4,2 м, сборные элементы лестничных клеток, маршей, площадок и т.п.

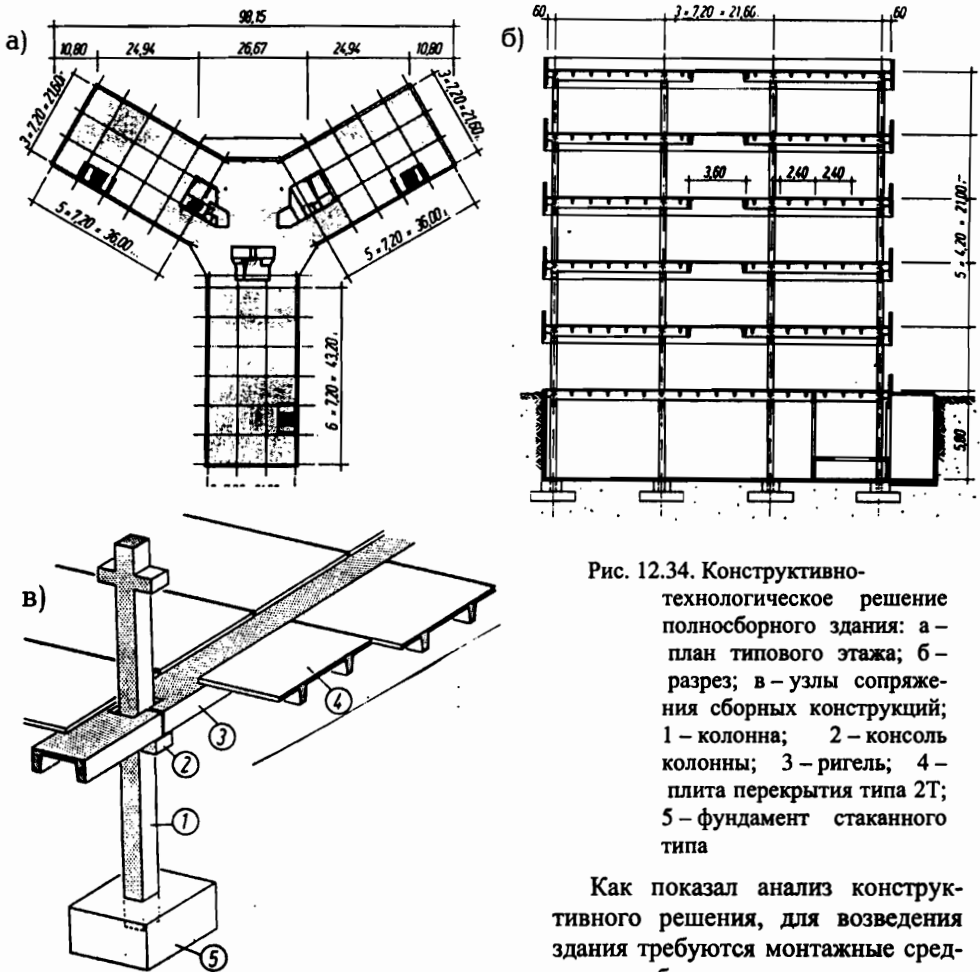


Рис. 12.34. Конструктивно-технологическое решение полносборного здания: а – план типового этажа; б – разрез; в – узлы сопряжения сборных конструкций; 1 – колонна; 2 – консоль колонны; 3 – ригель; 4 – плита перекрытия типа 2Т; 5 – фундамент стаканного типа

транспортирование к месту монтажа, установку, временное и окончательное крепление сборных элементов: колонн массой до 12 т, ригелей до 4 т, плит перекрытий до 5 т, стенок жесткости до 6 т.

Для выполнения монтажных операций требуются мобильные крановые средства грузоподъемностью до 26 т и высотой подъема крюка более 30 м при монтаже колонн и до 8 т - при устройстве элементов перекрытия. Таким образом, для возведения здания необходимо применение не менее 3-х типов кранов: мобильный пневмоколесный кран грузоподъемностью до 5 т при устройстве фундаментов и стенового ограждения подвального этажа; пневмоколесный кран грузоподъемностью 8 т для монтажа элементов перекрытий, внутренних стен, лестнично-лифтового блока и п.т.

Процесс возведения полносборного здания осуществляется по многоциклическим технологиям и включает: нулевой цикл, состоящий из отрывки котлована и устройства фундаментов стаканного типа под колонны; монтажа многоярусных колонн на полную высоту здания, которые являются элементами как нулевого цикла, так и надземной части; устройства стенового ограждения подвальной части; подготовку под полы; гидроизоляцию и другие специальные работы; обратной засыпки пазух. Отдельным циклом выполняются работы по возведению надземной части, которые включают кроме работ по монтажу конструкций, сантехнические, электромонтажные, отделочные и специальные виды работ.

Для обеспечения ритмичной работы здание разбивается на захватки. Принципиальная схема разбивки на захватки и размещение монтажных средств приведены на рис. 12.35, где показаны технологические процессы нулевого цикла с указанием стоянок стрелового крана, привязка башенного крана с обозначением зон складирования и укрупнительной сборки, а также технологическая последовательность поярусного монтажа конструкций перекрытия.

Ведущим процессом является монтаж сборных элементов каркаса, которому подчинены сопутствующие процессы. Это обстоятельство включает ряд требований по интенсивности доставки конструкций, согласования ритма монтажного потока с доставкой элементов под монтаж.

Наиболее ответственным и трудоемким процессом является монтаж многоярусных колонн, что требует использования специальной оснастки для строповки и подъема элементов, а также их временного и окончательного крепления.

С учетом габаритных размеров колонн их доставка под монтаж производится специальным автотранспортом в зону действия монтажного крана. Подготовка колонн к монтажу производится на специальной площадке, обеспечивающей удобное производство работ по размещению строповочных устройств, а также обустройству элементами для выверки и временного крепления.

Монтаж многоярусных колонн ведется, начиная со среднего ряда, на кран (рис. 12.36, а) при движении крана по периметру секции. Колонна считается установленной в проектное положение при наличии средств выверки и временного крепления, обеспечивающих геометрическую неизменяемость конструкции в пространстве и ее устойчивость.

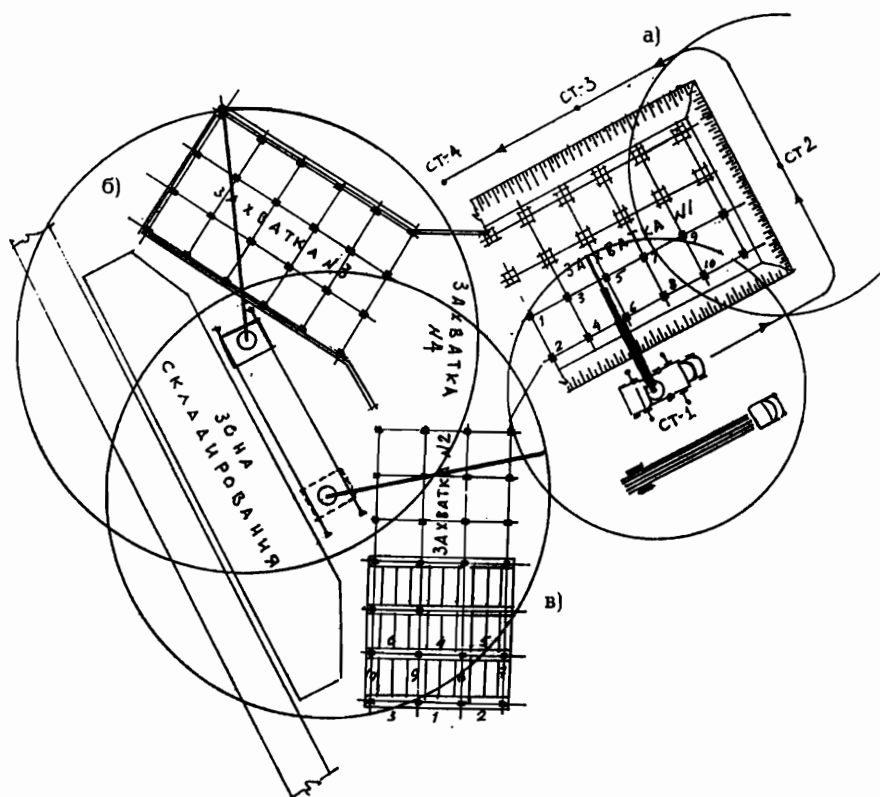


Рис. 12.35. Фрагмент стройгенплана на возведение подземной (а), надземной (б, в) частей здания и технологическая последовательность выполнения работ на захватках

Особое место в процессе монтажа отводится геодезическому контролю вертикальности колонн и соответствия положению в плане. С каждой стоянки крана осуществляется монтаж двух рядов колонн по периметру захватки. Выверка колонн в проектное положение осуществляется системой жестких регулируемых подкосов, что позволяет использовать их как средство временного крепления до набора прочности монолитного стыка с фундаментом.

Последовательный переход на очередные захватки создает фронт работ по устройству ограждающих конструкций и элементов внутренней планировки подвального этажа, который осуществляется мобильными кранами меньшей грузоподъемности.

Выполнение основных этапов нулевого цикла создает фронт работ по установке башенных кранов и выполнению работ для поэтажного монтажа сборных конструкций.

**Возведение надземной части** здания включает ведущий процесс монтажных работ по установке ригелей, плит перекрытий, внутренних стен, а также ограждающих конструкций. Монтаж элементов перекрытия ведется поэтажно с развитием потока по горизонтали и вертикали. Технологическая последовательность выполнения работ предусматривает создание пространственно устойчивых ячеек с высокой точностью установки элементов, обеспечивающих геометрическую неизменяемость их положения.

зданий за счет исключения сварных соединений. Широкое распространение получили перекрытия из преднапряженного многопустотного настила экструзионной технологии.

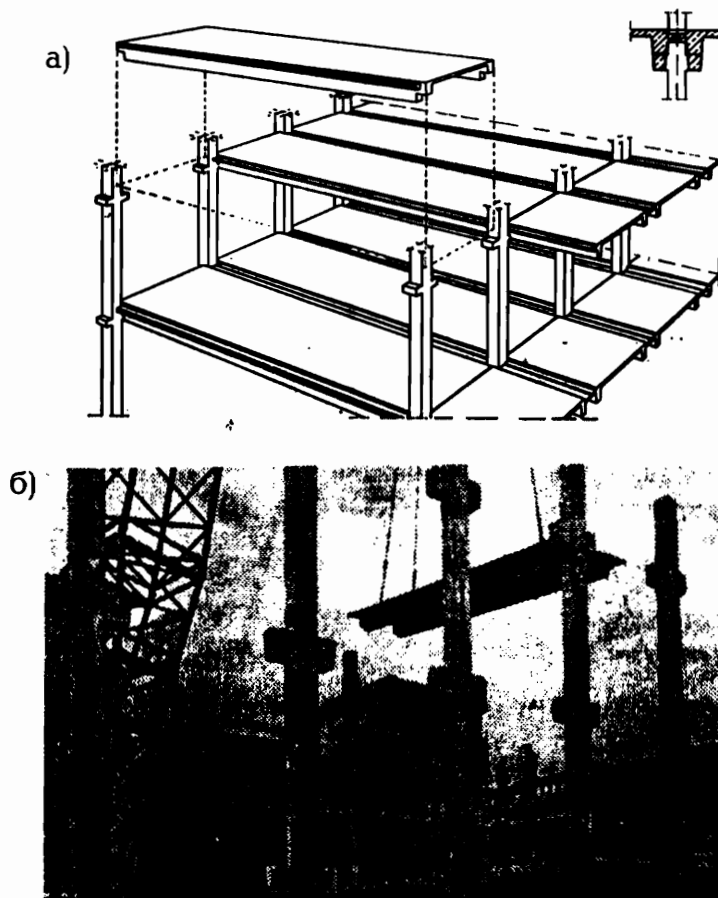


Рис. 12.38. Технологическая схема монтажа панелей перекрытий площадью на ячейку (а) и рабочий момент установки панели перекрытия типа 2Т (б)

В зависимости от высоты панелей и степени армирования возможно перекрытие пролетов до 18 м. Это обстоятельство позволяет увеличить шаг расположения каркаса и снизить число монтируемых элементов.

В зарубежной практике дальнейшее распространение получила технология возведения перекрытий с использованием несъемной опалубки из железобетонных тонкостенных плит. Этим обеспечивается получение высококачественных потолочных поверхностей и достигается снижение трудозатрат на устройство примыканий сборных конструкций, а также отделочные работы.

При возведении каркасных зданий промышленного назначения в зарубежной практике используются стыковые соединения с применением болтовых, штепсельных и самофилтрующихся замковых узлов (рис. 12.39). Такие соединения сборных элемен-

тов обеспечивают снижение трудоемкости работ по их устройству, но в то же время требуют значительного повышения точности установки закладных деталей при изготовлении конструктивных элементов. Болтовые соединения сборных конструкций предусматривают использование виброизолирующих прокладок, что существенно снижает параметры динамических воздействий и их распространение на элементы каркаса за счет локального демпфирования колебаний.

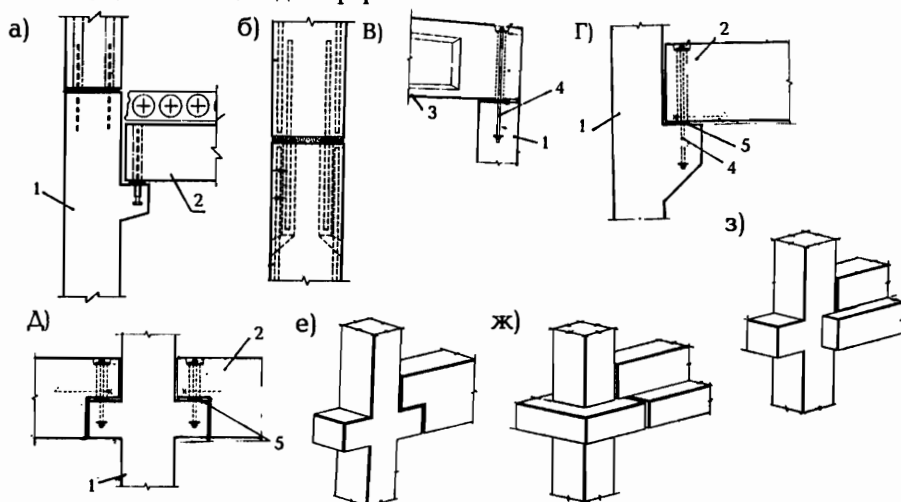


Рис. 12.39. Стыки сборных конструкций многоэтажных каркасных зданий: а, б, в, г – колонн, ригелей, кровельных балок; 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – кровельная балка; 4 – металлический анкер с резьбой; 5 – резино-металлическая прокладка; е, ж, з – стыки колонн с ригелями

Немаловажным фактором является возможность демонтажа зданий и повторной сборки без значительных разрушений конструктивных элементов. Это обстоятельство является определяющим в технологии реконструкции и перепланировки застройки городов.

Одним из перспективных направлений является технология устройства ограждающих конструкций с применением крупноразмерных и мелкоштучных облицовочных плит из архитектурного бетона.

Технологический цикл включает монтаж железобетонных стеновых панелей, утепление наружной поверхности плитным утеплителем и навеска облицовочных панелей.

Применение облицовочных панелей из архитектурного бетона позволяет добиться высокой выразительности фасадов и их разнообразия. Использование панелей с рельефной поверхностью, широкой цветовой гаммы и различной геометрической формы

создает неповторяемость фасадов, а применение высокопрочных бетонов обеспечивает высокую долговечность и эксплуатационную надежность.

Технологическая эффективность перехода на крупноразмерные элементы достаточно высока, т.к. позволяет за один монтажный цикл осуществить установку панелей площадью до  $40 \text{ м}^2$ . Минимальное количество стыковых соединений снижает трудоемкость производства работ и повышает эксплуатационную надежность наружного ограждения.

Зарубежный и отечественный опыт показывают, что кроме крупноразмерных панелей используются сборные элементы ограждений, имеющие высокую степень архитектурной выразительности.

Переход на крупногабаритные панели существенно изменяет технологическую последовательность производства работ. В частности, при использовании панелей вертикальной разрезки на полную высоту здания их монтаж осуществляется после возведения каркаса. В качестве монтажных средств используются стреловые самоходные, башенные и приставные краны.

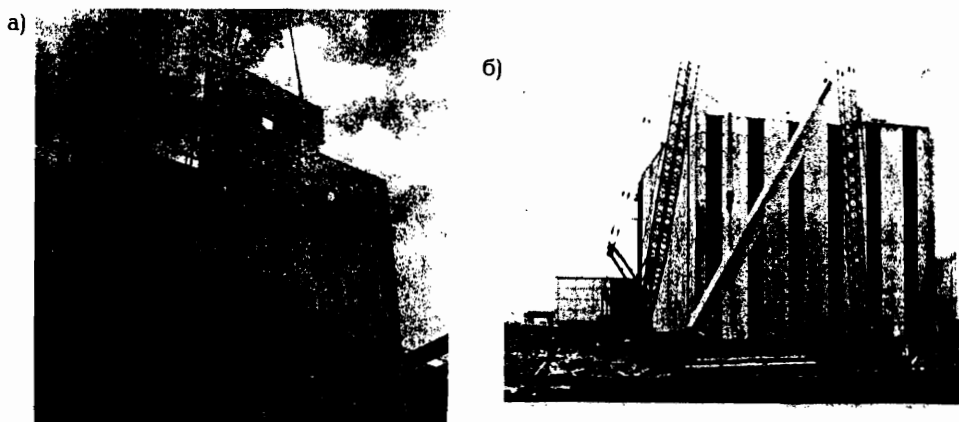


Рис. 12.40. Монтаж большеразмерных панелей наружных стен (а) и вертикальных панелей на полную высоту здания (б) (ФРГ)

На рис. 12.40 приведены рабочие моменты установки фасадных большеразмерных панелей с применением башенных кранов, а также стеновые панели вертикальной разрезки на полную высоту здания, монтируемые с применением стреловых пневмоколесных кранов. Как правило, изготовление крупноразмерных панелей осуществляется на строительной площадке в непосредственной близости к возводимому зданию. Крепление панелей осуществляется к элементам каркаса здания с применением болтовых соединений.



## ГЛАВА 13. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

### 13.1. Общие положения

Научно-технический прогресс в строительстве требует разработки и применения прогрессивных методов возведения зданий и сооружений, обеспечивающих сокращение ручного труда, повышение производительности, качества строительства и в перспективе перехода к безлюдным технологиям строительного-монтажных работ.

В настоящее время технические средства не позволяют в автоматизированном режиме производить строповку и расстроповку, ориентирование в пространстве, гашение амплитуды раскачивания груза, рихтовку и временное крепление, выверку и контроль его положения, самофиксацию, устройство растворной постели, уплотнение горизонтального и заполнение вертикального швов и др. операции. Поэтому затраты ручного труда значительно превышают механизированные. Практически за каждую машиносмену работы крана при монтаже затрачивается в 4-5 раз больше ручного труда, чем механизированного.

Учитывая, что жилые и промышленные здания представляют собой чаще всего прямоугольный параллелепипед, конструктивные элементы которого расположены в декартовой системе координат, их положение должно контролироваться по шести пространственным координатам (трем линейным и трем угловым), а монтажное средство должно содержать механизмы, обеспечивающие линейные перемещения по осям X, Y, Z и вращательные движения относительно этих осей. Для выполнения монтажных операций необходимо, чтобы кран-манипулятор имел принципиально новое техническое решение, позволяющее осуществлять "жесткий" захват монтируемой конструкции, ускоренную доставку ее к месту установки и точную посадку в проектное положение на пониженных скоростях.

Для этого исполнительное устройство крана-манипулятора должно иметь кинематическую схему рабочего органа, обеспечивающего жесткий захват элемента.

Требуемую высокую точность позиционирования при обслуживании большой рабочей зоны можно достичь при реализации двухстадийного позиционирования элементов. С этой целью необходимо в кинематическую схему крана-манипулятора ввести устройство транспортировки, обеспечивающее перемещение элемента в зону монтажа на больших скоростях с высокой степенью точности, и ориентирующее устройство с локальными степенями подвижности. Ориентирование и позиционирование элемента в процессе монтажа должно осуществляться на более низких скоростях с высокой точностью и плавной посадкой элемента на опорные конструкции.

В связи с тем, что в процессе труда осуществляются четыре основных функции: логическая, исполнительская, регистрации (контроля) и регулирования, дальнейшую разработку и проектирование новых технических средств для возведения зданий целесообразно вести по группам, с возложением на каждую из них от одной до четырех функций, выполняемых самостоятельно или совместно с обслуживающим персоналом.

Основным направлением, определяющим повышение производительности при монтаже сборных конструкций зданий, является снижение соотношений ручной и машинной доли времени цикла работы крана. Факторы, формирующие продолжительность машинной доли времени цикла работы крана, можно условно разделить на две основные группы. К первой группе относятся факторы, характеризующие технические

возможности крана: скорость подъема груза, поворота стрелы, перемещения грузовой тележки или передвижения крана и т.д. Ко второй - факторы, определяющие затраты машинного времени на дополнительные операции, обусловленные конструктивным решением строительного элемента и условиями его установки в проектное положение. Учет факторов первой группы позволит решить вопросы роботизации процессов монтажа.

Так, для обеспечения требуемой точности позиционирования и обслуживания большой подстреловой зоны предлагается осуществить двухстадийное позиционирование элементов. На первой стадии строительный элемент должен перемещаться из зоны захвата на монтажный горизонт при помощи крановых механизмов с большой скоростью и с высокой точностью ориентирования. На второй стадии при помощи механизмов ориентирования должен устанавливаться монтируемый элемент в проектное положение с точностью, равной сотым долям метра. Точность позиционирования кранов-манипуляторов должна соответствовать регламентируемым СНиПом допускам на точность установки конструкций в проектное положение.

Учет факторов второй группы позволит существенно снизить непроизводительные затраты времени, связанные с временным удерживанием конструкций в процессе монтажа. Применение разнообразных устройств, обеспечивающих самофиксацию монтируемых конструкций, позволит сократить до минимума ручной труд монтажников и тем самым осуществить переход от традиционной технологии возведения зданий к более прогрессивной малолюдной, а в перспективе и к безлюдной технологии строительных работ.

Совершенствование технологии монтажных работ в строительстве базируется на следующих теоретических положениях:

1. Техническая и экономическая целесообразность совершенствования технологий строительного производства определяются количественным и качественным соотношением удельных затрат ручного труда и машинного времени технических средств, воздействующих на материальные элементы при устройстве конструктивных элементов зданий.

2. Совершенствование технологий работ в строительстве заключается в том, что затраты труда рабочих, участвующих в технологическом процессе, снижаются, а производительные затраты машинного времени технических средств увеличиваются при общем снижении суммарных затрат труда рабочих и производительного машинного времени технических средств. При этом темпы снижения затрат труда рабочих значительно выше темпов увеличения производительных затрат машинного времени технических средств.

3. Снижение затрат труда рабочих в технологическом процессе обеспечивается повышением уровня взаимной приспособленности технических средств и материальных элементов к устройству конструктивных элементов зданий. Уровень такой приспособленности определяется минимально допустимой величиной предельных отклонений материальных элементов от проектных состояний конструктивных элементов зданий. Повышение значений данного параметра достигается увеличением уровня технологичности и числа степеней подвижности технических средств, снижением погрешности позиционирования.

4. Эффективность технологий в строительстве оценивается по наименьшей величине комплексного критерия, в котором суммарные затраты имеют минимальное значе-

ние, а трудоемкость ручных работ и производительность технических средств имеют соответственно минимально и максимально заданные величины.

Реализация принципов совершенствования технологии работ в строительстве обеспечивает значительный экономический эффект.

Используя предложенные теоретические положения возможно в дальнейшем перейти к их реализации при помощи средств роботизации.

## **13.2. Назначение и технические требования к кранам-манипуляторам**

Принципиальные возможности комплексной механизации и автоматизации монтажа конструкций многоэтажных зданий и, в первую очередь, манипуляционных операций монтажного цикла связаны с использованием качественно новых монтажных средств - кранов-манипуляторов, сочетающих в себе грузоподъемные и манипуляционные функции.

Манипуляционные функции кранов-манипуляторов обеспечиваются исполнительными механизмами с набором управляемых степеней подвижности, достаточным для принудительного и полного пространственного ориентирования элемента и последующей его установки в проектное положение с требуемой точностью. Для этого необходим жесткий захват элемента с помощью рабочего органа - схвата.

Функциональное назначение кранов-манипуляторов состоит в выполнении собственными механизмами без использования ручного труда при дистанционном и в перспективе автоматическом управлении следующих операций монтажного цикла: жесткий захват монтируемого элемента, его транспортировка к месту монтажа, принудительное ориентирование в пространстве, посадка в проектное положение с требуемой точностью, отцеп захвата от установленного элемента и обратный ход за очередным элементом. Монтаж элементов полносборных зданий предполагает отказ от монтажно-оснащения для точной установки элементов в проектное положение. При этом возникает задача обеспечения устойчивости монтируемых элементов после их установки и отцепа схвата крана-манипулятора. Это достигается использованием метода пространственной самофиксации, обеспечивающего высокую степень надежности и собираемости полносборных зданий, использованием закладных устройств, выполняющих функции не только самофиксации, но и самоустановки элементов с расширением параметров самофиксирующих устройств, что позволяет снизить требования к точности позиционирования.

Анализ технологии монтажа конструкций многоэтажных зданий показал, что выполнение работ вручную вызвано технической неприспособностью современных башенных кранов к технологическим операциям по строповке и расстроповке строительных грузов, их ориентированию в пространстве, рихтовке и т.д. В соответствии с этим, проектируемые средства должны быть свободны от указанных недостатков, иметь качественно новое функциональное назначение и, в первую очередь, без затрат ручного труда осуществлять монтаж элементов зданий различных конструктивных схем.

Совершенствование полносборного домостроения связано с укрупнением конструкций и увеличением их массы, что вызывает необходимость применения кранов-манипуляторов двух типоразмеров. Манипулятор первого типоразмера должен поднимать грузы массой 8...10 т, второго - 16...25 т. Номинальная грузоподъемность манипу-

лятора зависит не только от массы груза, но и от массы захватного устройства, величина которой составляет 0,5...5 т., поэтому она должна находиться в пределах 13...15 и 20...30 т. Первые предназначены для монтажа конструкций каркасных и крупнопанельных домов, вторые - для объемно-блочных зданий.

Вылет и высота подъема рабочего органа определяются габаритными размерами возводимых зданий, зонами приобъектного складирования строительных конструкций и монтажа, размещения транспортных средств. С учетом плановой конфигурации зданий вылет рабочего органа крана-манипулятора должен составлять 30...35 м, что обеспечит обслуживание рабочей зоны до 70 м. Высота рабочей зоны зависит от размеров возводимых многоэтажных зданий и достигает 70...80 м.

Число степеней подвижности крана-манипулятора функционально зависит от технологических требований к пространственному положению сборного элемента, которые определяются его координатами и углами поворотов относительно координатных осей.

Так как положение каждого сборного элемента в здании определяется по пространственным координатам, то в конструкции крана-манипулятора должно быть исполнительное устройство, обеспечивающее полное управляемое пространственное ориентирование и позиционирование элементов с заданной точностью. Такое исполнительное устройство должно быть построено по "жесткой" кинематической схеме с рабочими органами-схватами, обеспечивающими жесткий захват монтируемых элементов.

Точность позиционирования крана-манипулятора должна соответствовать допускам на точность проектного положения сборных элементов. Наиболее жесткими для монтируемых конструкций являются допуски на точность положения несущих и ограждающих конструкций. Погрешность в позиционировании появляется из-за несовершенства методов монтажа; технической непригодности монтажных механизмов, способов захвата элементов и монтажной оснастки; удаленности крановщика и др.

Существующие способы монтажа сборных конструкций не обеспечивают высокой точности позиционирования, поэтому необходимы новые разработки принципов решения этой проблемы. Одним из приемов повышения точности установки монтируемых элементов является принцип двухстадийного позиционирования, согласно которому исполнительное устройство крана-манипулятора должно содержать устройство транспортировки и ориентации. Устройство транспортировки должно иметь глобальные и региональные степени подвижности и обеспечивать перемещение элемента в зону монтажа на больших скоростях с точностью, равной десятым долям метра. Ориентирующее устройство, содержащее локальные степени подвижности, предназначено для ориентирования и позиционирования элементов в пределах зоны монтажа на низких скоростях и обеспечения требуемой точности установки.

Точность позиционирования может быть существенно повышена за счет использования принципа самофиксации элементов, создания системы дистанционного управления процессами, обеспечения работы механизмов по заданной программе.

Разработка системы управления кранов-манипуляторов решается в два этапа. На первом этапе реализуется гибридный или автоматизированный способ управления. По заданной программе могут производиться глобальные и региональные движения крана-манипулятора из зоны захвата элемента на приобъектном складе в зону его монтажа и обратно с использованием, например, средств радиoproграммного управления.

Управление локальными движениями ориентирующего устройства в зоне монтажа осуществляется дистанционно оператором-монтажником, находящимся вблизи от мес-

та установки элемента, с помощью переносного пульта и визуально, путем совмещения ориентиров на монтажном горизонте и элементе. Выверка вертикальности и горизонтальности элемента выполняется ориентирующим устройством автоматически с использованием контактных датчиков и гравитационных устройств.

Управление захватом элемента до разработки адаптивных схватов для автоматического поиска и захвата элемента производится также дистанционно оператором-такелажником с помощью переносного пульта. На втором этапе, связанном с повышением точности изготовления сборных конструкций, совершенствованием технологии и методов монтажа, необходима дальнейшая автоматизация работы крана-манипулятора. В данном случае возможно применение супервизорного управления манипулятором, оснащенным средствами технического зрения. При этом потребуется разработка навигационной системы, которая позволяла бы определить с необходимой точностью положение элемента, захваченного краном-манипулятором, относительно системы координат монтируемого здания.

Для достижения мобильности кран-манипулятор должен быть оснащен комбинированным ходовым устройством на рельсовом ходу при работе на объекте и на пневмоколесном шасси при перебазировании с объекта на объект. Монтаж и демонтаж должны производиться собственными механизмами без разборки на узлы. Привод механизмов - электромеханический. Перевозка должна осуществляться автомобилем-тягачом в собранном и удобном для транспортировки состоянии.

### 13.3. Технические решения кранов-манипуляторов

Механическая схема любого манипулятора состоит из звеньев. Соседние звенья манипулятора образуют кинематические пары, соединения которых допускают их относительное движение. В манипуляторах чаще всего применяются низшие кинематические пары пятого класса. Такие пары имеют одну степень подвижности: поступательного либо углового перемещения относительно оси этой пары, число степеней подвижности равно числу кинематических пар.

В общем случае механическая система манипулятора представляет собой разомкнутую многозвенную кинематическую цепь с закрепленным основанием. При исследовании движений манипуляторов определяют положение различных точек его звеньев в обычном трехмерном пространстве, чаще всего положение его рабочего органа. Для получения соотношений, связывающих декартовы координаты произвольной точки манипулятора в системе координат неподвижного основания с его обобщенными координатами, используют различные методические приемы, в том числе связывают с каждым звеном манипулятора специально подобранную ортогональную систему координат. Одним из важнейших показателей является точность позиционирования рабочего органа. Различают абсолютную точность позиционирования захвата и относительную его погрешность. В последнем случае эта величина равна отношению абсолютной ошибки перемещения схвата в заданную точку к расстоянию до нее и выражается в процентах. Для строительных манипуляторов этот показатель равен 0,001...0,01 % или 0,01...0,1 мм/м.

Учитывая значительные размеры рабочей зоны и большую массу грузов, потребовалось выделить из общей совокупности рабочих движений крана-манипулятора региональные и локальные. Для выполнения соответствующих перемещений требуются устройства с индивидуальными приводами, например, подъем монтируемого элемента

из зоны строповки на монтажный горизонт может выполнять механизм транспортировки Г-образной конфигурации с одной глобальной степенью подвижности для перемещения по рельсовому пути, одной вращательной степенью подвижности вокруг вертикальной оси и несколькими степенями подвижности для перемещения элемента на различные глубины и высоту. Пространственную ориентацию элемента выполняет ориентирующий орган, содержащий шесть степеней подвижности. Разработаны несколько типов кранов-манипуляторов, которые базируются на новых технических решениях ориентирующего органа.

Каждый из разработанных кранов-манипуляторов используется для монтажа строительных элементов зданий. Сущность нового способа заключается в том, что с целью повышения производительности и точности монтажа, захваченного жестко грузозахватными приспособлениями элемента, подачу его в проектное положение ведут с регистрацией линейных и угловых смещений грузозахватного приспособления одновременно с монтируемым элементом по трем взаимно перпендикулярным осям. При этом осуществляется контроль положения элемента по шести пространственным координатам. В случае отклонения монтируемого элемента от вертикали механизмы ориентирующего органа сообщают импульсы дополнительного движения противоположного знака с убывающей частотой и амплитудой, направленными по линии равнодействующей основных движений, в результате чего элемент занимает точное угловое и плановое положение.

Наиболее интересны в этом отношении опыты с краном-автоматом, созданным на базе башенного крана БКСМ-5-5А (рис. 13.1).

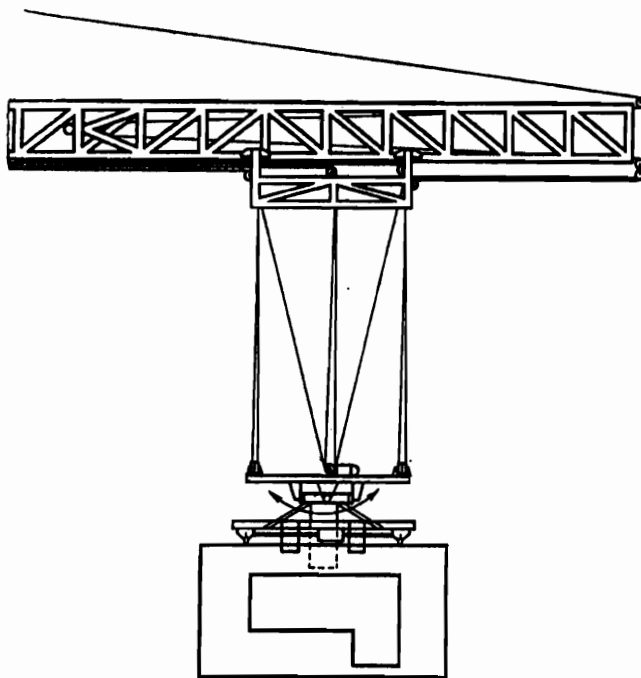


Рис. 13.1. Схема крана-автомата на базе башенного крана БКСМ-5-5А

В результате исследований получены принципиально важные результаты, свидетельствующие о технической возможности создания кранов с манипулирующим устройством. В данном случае достигнута низкая точность позиционирования ( $\pm 20$  см), что не позволяет использовать кран в строительстве.

В Японии применяется система, состоящая из башенного крана и робота (манипулятора), управляемая одним оператором (рис. 13.2). Такое решение получило широкое распространение при возведении сборных и сборно-монолитных зданий.

Как показали исследования и практический опыт реализации малолюдных технологий, наиболее эффективной является конструкция манипулятора с местной связью рабочего органа и монтируемым элементом. Принципиальная схема такого решения приведена на рис. 13.3.

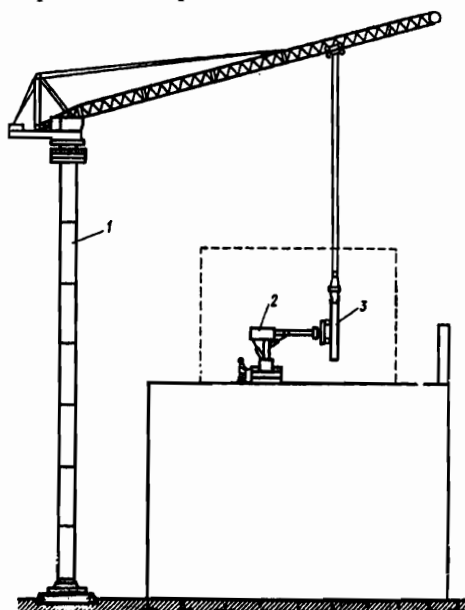


Рис. 13.2. Система "башенный кран-робот (манипулятор)" (Япония): 1 - башенный кран; 2 - робот (манипулятор); 3 - монтируемый элемент

Устройство передвижения крана-манипулятора состоит из ходовой платформы 1 кранового типа, установленной на ходовых тележках 2, перемещающихся по подкрановому рельсовому пути и осуществляющих степень подвижности ① устройства передвижения. На ходовой платформе установлен опорно-поворотный круг с поворотной платформой 3, осуществляющий степень подвижности ③ устройства передвижения. На платформе расположен противовес 4, обеспечивающий устойчивость крана-манипулятора, и жестко закрепле-

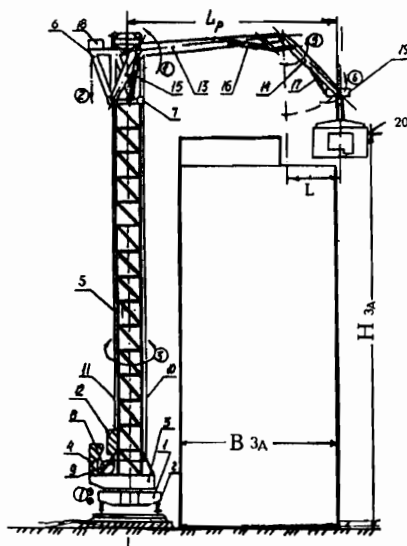


Рис. 13.3. Башенный кран-манипулятор с рабочим оборудованием "стрела-рукоять" и рабочим органом для жесткого захвата: 1 - платформа; 2 - ходовая тележка; 3 - поворотная платформа; 4 - противовес устойчивости; 5 - башня; 6 - обойма; 7 - опора качения; 8 - грузовая лебедка; 9, 10 - трос; 11 - трос противовеса; 12 - противовес рабочего оборудования и половины массы груза; 13 - корневая часть стрелы; 14 - рукоять; 15, 16 - гидроцилиндры стрелы и рукояти; 17 - гидроцилиндр поворота рабочего органа; 18 - привод гидроцилиндров; 19 - рабочий орган; 20 - монтируемая конструкция;  $L_p$  - вылет рабочего органа;  $L$  - вылет рукояти;  $B_{зд}$ ,  $H_{зд}$  - ширина и высота здания

на вертикальная башня 5. Башня играет роль несущей и направляющей конструкции для обеспечения вертикального хода (степень подвижности ②) обоймы 6 с опорами качения 7. Степень подвижности ② устройства передвижения осуществляется грузовой лебедкой 8 со встречно-закрепленными на ее барабане тросами 9 и 10. Обойма 6 с установленным на ней оборудованием сбалансирована с помощью дополнительного противовеса 12, подвешенного на промежуточном тросе 11 и имеющего возможность перемещаться вдоль башни. Наличие противовеса, масса которого равна массе перемещаемого вдоль башни оборудования и половине массы груза, снижает установленную мощность привода грузовой лебедки.

Схема крана-манипулятора с жесткой связью рабочего органа и устройством транспортировки показана на рис. 13.4. Данная схема лишена отдельных недостатков, присутствующих двум схемам. Кран-манипулятор по этой схеме обладает минимально необходимым количеством степеней свободы устройства передвижения, а значит и минимальным количеством приводных механизмов. Благодаря разгруженности от массы рабочего органа и монтируемого элемента, подстрелок, осуществляющий жесткую связь рабочего органа с устройством передвижения, а также все перемещаемое вдоль башни оборудование может быть выполнено более легким, чем в предыдущих схемах.

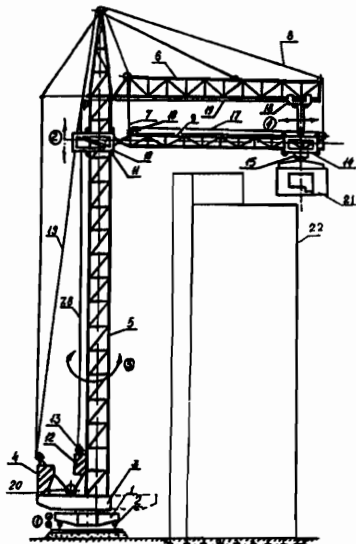


Рис. 13.4. Башенный кран-манипулятор с подвижным подстрелком: 1 - платформа; 2 - ходовая часть; 3 - платформа поворотная; 4 - противовес; 5 - башня; 6 - стрела; 7, 8 - трос; 9 - подстрелок; 10 - обойма; 11 - опоры качения; 12 - подвижный противовес; 13 - лебедка; 14 - грузовая тележка; 15 - рабочий орган; 16, 17 - лебедка и канат перемещения грузовой тележки; 18 - грузовая тележка; 19 - канат перемещения тележки; 20 - грузовая лебедка; 21 - монтируемая конструкция; 22 - здание

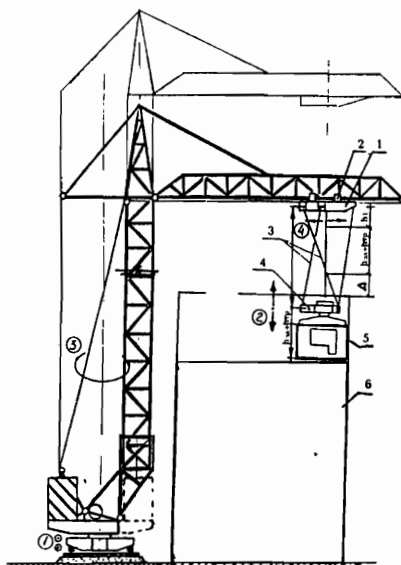


Рис. 13.5. Башенный кран-манипулятор с пространственным подвесом и жесткой связью рабочего органа и устройством транспортировки: 1 - грузовая тележка; 2 - опоры качения; 3 - тросовая подвеска; 4 - рабочий орган - захватно-манипуляторная траверса; 5 - монтируемая конструкция; 6 - здание



Устройство передвижения крана-манипулятора состоит из ходовой платформы 1 кранового типа, установленной на ходовых тележках 2, перемещающихся по рельсовому пути и осуществляющих степень подвижности ① устройства передвижения. На ходовой платформе установлен опорно-поворотный круг с поворотной платформой 3, осуществляющие степень подвижности ① устройства передвижения. Противовес 4, расположенный на платформе, обеспечивает устойчивость крана-манипулятора. Устройство передвижения включает в себя также вертикально расположенную башню 5, состоящую из секций, и шарнирно прикрепленную к башне балочную стрелу 6. Канаты 7 и 8, запасованные через блоки оголовка и стрелы, обеспечивают горизонтальность подстрелка 9. Подстрелок шарнирно прикреплен к обойме 10 с опорами качения 11, имеющей возможность перемещаться вдоль башни (степень подвижности ②). Подвижный вдоль башни противовес 12 уравнивает с помощью канатов 7, 8 практически всю массу подстрелка 9 с расположенным на нем оборудованием. Неуровновешенной остается лишь та часть, которая необходима для холостого перемещения подстрелка вниз. Лебедка 13, расположенная на подвижном противовесе, позволяет менять длину канатов 7, 8 в зависимости от высоты башни. На подстрелке расположена каретка 14 с жестко пристыкованным к ней рабочим органом 15. Размещенная на подстрелке лебедка 16 со встречно-закрепленным на ней канатом 17 перемещает вдоль подстрелка каретку с рабочим органом, осуществляя степень подвижности ④. На стреле 6 устройства передвижения расположена грузовая тележка 18, имеющая возможность свободного перемещения вдоль стрелы. Каретка 14 с рабочим органом 15 и монтируемым элементом вывешены относительно подстрелка с помощью грузового каната 19, проходящего через блоки башни, тележки 18 и каретки 14. Один конец каната 19 закреплен на стреле 6, а другой - на грузовой лебедке 20.

Грузовая лебедка с помощью грузового каната осуществляет подъем-опускание рабочего органа (степень подвижности ②) совместно с перемещением вдоль башни подстрелка 9 и обоймы 10, уравновешенных подвижным противовесом 12. Такая схема позволяет свести к минимуму силовое взаимодействие в вертикальном направлении между подстрелком 9 и кареткой 14 с закрепленным на ней рабочим органом 15. В результате подстрелок 9, имеющий жесткую связь рабочего органа с устройством передвижения в горизонтальной плоскости, обеспечивает необходимую точность позиционирования монтируемого элемента, поскольку не воспринимает весовых нагрузок со стороны каретки 14, рабочего органа 15 и монтируемого элемента. Такое решение позволяет уменьшить массу подстрелка. Согласованное движение каретки 14 и грузовой тележки 18 соответственно вдоль подстрелка и стрелы обеспечивается тем, что при перемещении каретки с помощью лебедки 16 и каната 17 петля грузового каната 19, соединяющая каретку и тележку, отклоняется от вертикали и появляющаяся горизонтальная составляющая от массы каретки, рабочего органа с монтируемым элементом или без него заставляет двигаться тележку 18 в соответствующем направлении.

Схема крана-манипулятора с полужесткой связью рабочего органа и устройством транспортировки показана на рис. 13.5. Схема устройства передвижения данного крана-манипулятора аналогична схемам башенных кранов с поворотной башней, подрачиваемой снизу, нижним расположением противовеса и балочной стрелой. Возможно исполнение схемы устройства передвижения по типу схем башенных кранов с поворотным оголовком и верхним расположением противовеса на противоположной консоли. Устройство передвижения имеет четыре степени подвижности ①-④, которые

также осуществляются традиционными крановыми средствами с помощью рельсового устройства, тросовой системы с грузовой лебедкой для подъема-опускания груза, поворотного устройства и грузовой тележки, перемещаемой вдоль стрелы тележечным канатом, встречно-закрепленным на барабане тележечной лебедки. В отличие от традиционных грузовых тележек башенных кранов, конструкция тележки крана-манипулятора должна быть развита в плане для размещения на ней блоков “полужесткой” тросовой подвески, например, путем оснащения тележки соответствующими кронштейнами. Опоры качения тележки должны обеспечивать двусторонние связи грузовой тележки со стрелой устройства передвижения и должны быть расположены так, чтобы передавать возникающие при работе линейные и моментные нагрузки на стрелу.

Принципиальным отличием данной схемы крана-манипулятора от всех предыдущих, а также от схем башенных кранов, является наличие пространственной тросовой подвески. Подвеска обеспечивает жесткую связь рабочего органа с устройством передвижения на время проведения рабочим органом манипуляционных операций с монтируемым элементом с целью точного его позиционирования перед установкой в проектное положение. Рабочий орган крана-манипулятора - захватно-манипуляторная траверса (ЗМТ). Тросовая подвеска состоит из шести независимых канатов, равнонаклонных к вертикали и объединенных попарно в форме буквы V для восприятия горизонтальных усилий, действующих на ЗМТ и элемент. Для восприятия моментной нагрузки эти пары разнесены в пространстве.

### **13.4. Особенности технологий возведения зданий с применением кранов-манипуляторов**

Основные принципы проектирования роботизированной технологии монтажа конструкций многоэтажных зданий должны учитывать следующие положения:

1. Технические средства и материальные элементы для возведения зданий (краны, строительные конструкции и монтажная оснастка) не обладают необходимой взаимной приспособленностью. Это выражается в том, что краны обеспечивают лишь одну из 16...20 операций процесса монтажа конструкций механизированным способом, а остальные выполняются рабочими вручную, трудозатраты которых в 4...5 раз превышают затраты времени работы кранов.

2. Поскольку положение строительной конструкции в здании определяется декартовой системой координат, монтажное средство должно иметь дополнительно к крановым механизмам ориентирующее устройство, содержащее механизмы, обеспечивающие монтируемому элементу линейные движения по осям X, Y, Z и вращательные движения относительно этих осей.

3. Для обеспечения высокой точности позиционирования процесс монтажа должен состоять из двух стадий. На первой стадии строительный элемент перемещается из зоны жесткого захвата на монтажный горизонт при помощи крановых механизмов с максимальной скоростью и точностью. На второй стадии строительный элемент при помощи механизмов ориентирующего устройства перемещается на минимальных скоростях на небольшие расстояния с более высокой точностью и устанавливается в проектное положение.

4. Производительность работ при монтаже конструкций здания можно повысить снижением продолжительности машинной и ручной доли времени цикла работы крана,

превращением циклического процесса в непрерывный; применением новых узлов в строительных конструкциях, обеспечивающих самофиксацию и жесткий захват для возможности манипулирования и достижения высокой точности позиционирования.

Таким образом, достижение поставленной цели возможно за счет:

- сокращения машинной и ручной доли времени монтажного цикла;
- непрерывной подачи строительных элементов в зону монтажа;
- повышения точности монтажа конструкций;
- повышения надежности дистанционного захвата монтируемого элемента;
- повышения точности позиционирования в результате устранения раскачивания строительного элемента;
- обеспечения жесткого захвата и манипулирования строительными элементами;
- исключения ручных операций, связанных с временным закреплением монтируемых элементов, путем их самофиксации;
- роботизации процесса и совершенствования технологии и организации монтажа конструкций здания.

Более полная реализация технологий с использованием кранов-манипуляторов возможна при:

- повышении точности изготовления сборных конструкций, приближающейся к машиностроительной и обеспечивающей полную собираемость зданий;
- использовании конструктивных элементов зданий с высокой степенью устойчивости в монтажном положении;
- применении управляемых захватных устройств, а также систем выверки, временного и окончательного крепления;
- использовании процессорной и вычислительной техники с программным обеспечением, способствующим пространственной координации, соблюдению технологической последовательности и точности установки монтируемых элементов в проектное положение;
- применении самофиксирующихся соединений сборных конструктивных элементов, не снижающих эксплуатационную надежность зданий.

При комплексном монтаже сборных конструкций осуществляют строительные процессы, состоящие из следующих операций: подготовка конструкции к монтажу, расположение конструкции в строго фиксированном положении в транспортном средстве или пирамиде, подводка захватного рабочего органа манипулятора к конструкции, жесткий захват монтируемой конструкции, ускоренная подача конструкции на монтажный горизонт, ориентирование, самофиксация монтируемой конструкции с ранее установленной, выверка, расстроповка рабочего органа манипулятора от смонтированной конструкции, проектное закрепление стыков. Все другие операции (заливка швов, герметизация и другие) выполняют традиционным способом.

Разрезка каркасно-панельных зданий предусматривает применение колонн на один, два, три и более этажей. В связи с этим, в некоторых зданиях промышленного назначения колонны устанавливаются на подколоники фундаментов и монтируются так же, как в одноэтажных зданиях. Для временного закрепления и выверки применяют кондукторы, которые закрепляются на подколоники. Колонны последующих этажей временно закрепляются и выверяются при помощи одиночных или групповых кондукторов. Одиночный кондуктор устанавливается на оголовок нижестоящей колонны и закрепляется к нему зажимными винтами. Колонна заводится в кондуктор, временно закрепляется зажимными винтами, и кран-манипулятор освобождается. Затем производится ее выверка и устройство соединений. После чего кондуктор снимается.

Групповой кондуктор предназначен для монтажа сразу четырех колонн. На практике выверяют колонны с инструментальной проверкой их положения. Колонна считается выверенной, если осевые риски, нанесенные на ее сторонах, находятся в одной плоскости.

К монтажу ригелей первого этажа приступают после достижения прочности замоноличенного стыка не менее 70 % проектной. После выверки положения ригеля производится монтажная электроприхватка его закладных деталей к консоли колонны. В зданиях с колоннами на два и более этажа вначале производится монтаж ригелей первого яруса и всех сопутствующих конструкций, а затем приступают к монтажу ригелей второго яруса и т.д.

Перед монтажом плит перекрытий и покрытий производится разметка мест их установки на ригелях. Сначала устанавливают распорные межколонные плиты, затем укладываются пролетные (рядовые). После установки каждой плиты осуществляется ее проектное крепление.

Конструкции монтируют в направлении “на кран”. Для многопролетных зданий за монтажный участок принимают температурный блок, разделенный в продольном направлении на две зоны. Каждая зона обслуживается одним манипулятором.

Монтаж наружных стеновых панелей каркасно-панельных зданий может производиться комплексно с несущими конструкциями каркаса здания или самостоятельным потоком и зависит от разрезки стены и конструкции стыков между панелями. При использовании на монтаже конструкций многоэтажных зданий башенных кранов-манипуляторов панели стен на захватке монтируют поэтажно или поярусно горизонтальными рядами, чаще с отставанием на этаж. При этом крепление устанавливаемых панелей осуществляется с внутренней стороны здания.

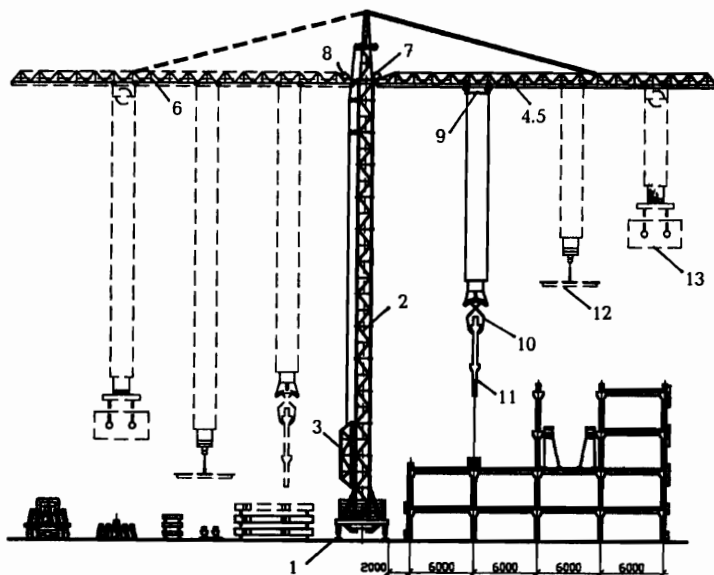


Рис. 13.6. Схема монтажа конструкций многоэтажного здания краноманипулятором: 1 - ходовая часть; 2 - башня; 3 - монтажная стойка; 4, 5 - стрелы; 6 - рабочая противовесная консоль; 7, 8 - кронштейны; 9 - грузовая тележка; 10 - грузозахват; 11, 12, 13 - монтируемые конструкции

Схема монтажа конструкций многоэтажного каркасно-панельного здания при помощи крана-манипулятора приведена на рис.13.6. Кран-манипулятор представляет собой монтажную машину, конструктивно выполненную на базе башенного передвижного крана (например, КБ-674А) с ходовой частью 1, башней 2, монтажной стойкой 3, двумя стрелами 4 и 5, двумя рабочими противовесными консолями 6, поддерживающими кронштейнами 7 и 8, двумя грузовыми самоходными тележками 9, захватом 10. Монтажный элемент (11 или 12, 13) захватывается жестко шарнирно-рычажным захватом 10 с приобъектного склада или транспортного средства, расположенных в зоне действия одной из противовесных консолей 6. С помощью лебедки и канатов производится подъем строительного элемента на монтажный горизонт здания и установка в проектное положение одним из известных способов. В это время по другой стреле перемещается порожняя грузовая тележка с захватом на противовесную консоль с индивидуальным приводом. Использование отдельного захвата и поворота обеспечивает перемещение захвата по противовесной консоли. Производится жесткий захват груза, подъем и подача его на соответствующий монтажный горизонт. К этому времени первая грузовая тележка освобождается от строительного элемента и движется в зону складирования, куда ее подводит противовесная консоль, и цикл повторяется. В результате непрерывной подачи сборных элементов в зону монтажа процесс из циклического превращается в конвейерный, что и обеспечивает повышение производительности.

Наличие у крана-манипулятора двух стрел и двух рабочих противовесных консолей исключает затраты машинного времени на поворот грузовых стрел и обеспечивает одновременный монтаж на двух захватках, сокращая продолжительность работ в два раза.

Технология работ состоит в монтаже колонн, установке ригелей первого яруса, доборных и межколонных плит перекрытия первого яруса, рядовых плит перекрытия первого яруса и т.д. После этого устанавливают ригели второго яруса, доборные и межколонные плиты перекрытия второго яруса, рядовые плиты перекрытия второго яруса. Стеновые панели навешивают по периметру фасадов здания с отставанием на этаж.

Монтаж стеновых панелей, ригелей, плит перекрытий выполняют при помощи грузозахватных устройств, обеспечивающих “жесткий” захват конструкций за монтажные петли, либо путем “подхвата” или “прижима”. Такое исполнение позволяет использовать способ самофиксации стеновых панелей, когда жестко захваченная стеновая панель навешивается на торец панели перекрытия. При этом вертикально расположенные в пазу стеновой панели стержни взаимодействуют с горизонтально расположенными в пазах панели перекрытия консольными стержнями, обеспечивая образование замкового соединения. После этого манипулятор рассоединяется с монтируемой панелью, а стыковое соединение сваривается.

Аналогично осуществляется самофиксация стеновых панелей крупнопанельных зданий. Для этого используются существующие монтажные петли и клиновидные стержни, расположенные на нижней грани панели в углублениях (гнездах). Их взаимодействие в процессе надвигки образует надежное соединение замкового типа, которое после освобождения крана-манипулятора закрепляется электросваркой.

На рис. 13.7 приведена схема монтажа конструкций многоэтажного каркасно-панельного здания с применением крана-манипулятора, содержащего подвижный подстрелок, подвешенный к основной стреле при помощи трех пар тросов, разнесенных в плане под углом  $120^{\circ}$  и наклоненных друг к другу под углом  $6-8^{\circ}$ . По подстрелку перемещается самоходная грузовая тележка с ориентирующим грузозахватом. Хвостовая часть подстрелка взаимодействует с металлической частью башни крана скользящим контактом, оснащенным электромагнитом, обеспечивающим гашение и стабилизацию подстрелка в период монтажа конструкции.

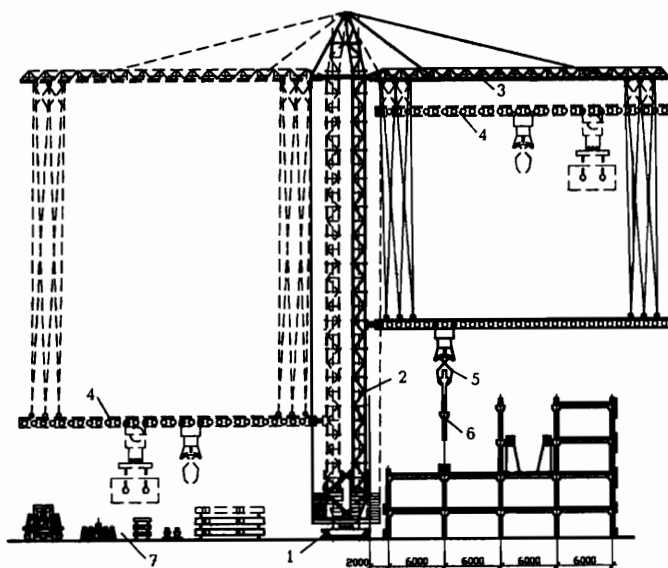


Рис. 13.7. Монтаж конструкций многоэтажного каркасно-панельного здания краном-манипулятором с подстрелком: 1 – ходовая часть; 2 – башня; 3 – стрела; 4 – подстрелок; 5 – захватное устройство; 6 – монтируемый элемент; 7 – зона складирования сборных конструкций

На рис. 13.8 приведена схема монтажа конструкций аналогичного здания краном-манипулятором, выполненным с двумя вертикально перемещающимися по башне грузовыми стрелами, на каждой из которых перемещается самоходная грузовая тележка с грузозахватом и кабина оператора-монтажника.

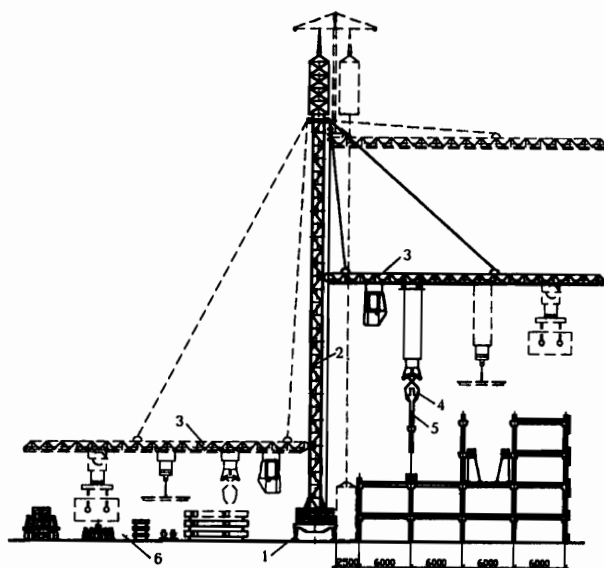


Рис. 13.8. Монтаж конструкций многоэтажного здания краном-манипулятором с двумя вертикально перемещающимися по башне стрелами: 1 – ходовая часть; 2 – башня; 3 – вертикально-перемещаемые стрелы; 4 – захватное устройство; 5 – монтируемая конструкция; 6 – зона складирования

Применение данного технического решения обеспечивает опускание одной стрелы в зону складирования, ориентирование, жесткий захват монтируемой конструкции, последующий подъем в зону монтажа. При этом вторая стрела, после окончания монтажного цикла разворачивается и опускается за очередной конструкцией.

Подвижная кабина обеспечивает лучший обзор машинисту (он же оператор-монтажник). Оператор-монтажник осуществляет расстроповку. Дальнейшее совершенствование кранов-манипуляторов возможно за счет использования гидросистем для обеспечения захвата и ориентирования конструкций, программного обеспечения и управления технологическими процессами, применения более адаптированных конструкций зданий, исключая сварные и монолитные стыковые соединения, а также конструкций с высокой точностью изготовления.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Общая часть.....	6
1.2. Нормализация технологий возведения зданий и сооружений .....	8
1.3. Технологические режимы .....	10
1.4. Параметры технологического процесса возведения здания и сооружения.....	12
1.5. Технологичность строительной продукции и технологическая гибкость строительных процессов .....	14
1.6. Организационно-технологическая надежность строительства.....	21
1.7. Математическое моделирование технологии монтажа конструкций .....	26
1.8. Жизненный цикл и конкурентоспособность технологий .....	31
1.9. Технологическая структура строительного процесса возведения здания .....	33
<b>ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>35</b>
2.1. Методы возведения зданий и сооружений.....	35
2.2. Технологии возведения подземной части многоэтажных зданий .....	37
2.3. Технологии возведения надземной части многоэтажных зданий..	41
2.3.1. Двухцикличные технологии возведения надземной части многоэтажных зданий .....	43
2.3.2. Трехцикличная технология возведения надземной части многоэтажных зданий.....	46
2.3.3. Многоцикличные технологии возведения надземной части многоэтажных зданий .....	46
2.4. Технологии возведения промышленных предприятий и зданий...	49
<b>ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>54</b>
3.1. Общие положения.....	54
3.2. Проекты производства работ.....	57
3.3. Строительные генеральные планы.....	58
3.3.1. Границы строительной площадки и виды ее ограждения .....	63
3.3.2. Места установки строительных и грузоподъемных машин, пути их перемещения и зоны действия .....	64
3.3.3. Опасные зоны.....	74



3.3.4. Схемы движения средств транспорта и механизмов. Постоянные и временные дороги.....	75
3.3.5. Действующие и временные подземные, наземные и воздушные сети и коммуникации .....	77
3.3.6. Размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, площадок складирования и укрупнительной сборки конструкций .....	78
3.4. Технологические карты на выполнение отдельных видов работ ..	80
3.5. Технологический инвентарь, монтажная оснастка и средства защиты работающих .....	82
3.6. Складирование изделий, материалов, оборудования.....	84
3.7. Обеспечение устойчивости зданий и конструктивных элементов в процессе возведения .....	84
3.8. Проектирование общего технологического процесса возведения зданий и сооружений .....	95
<b>ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА .....</b>	<b>100</b>
4.1. Общий технологический процесс работ подготовительного периода .....	101
4.2. Вертикальная планировка площадки и охрана окружающей природной среды.....	103
4.3. Технология строительства и демонтажа временных автомобильных дорог и площадок для хранения изделий .....	104
4.4. Возведение временных административных и санитарно-бытовых зданий.....	105
<b>ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>107</b>
5.1. Общие положения.....	107
5.2. Технология возведения подземной части крупнопанельных зданий.....	113
5.2.1. Устройство оснований и фундаментов.....	113
5.2.2 Возведение подвальной части зданий .....	116
5.3. Технология возведения надземной части крупнопанельных зданий .....	123
5.3.1. Общий технологический процесс возведения надземной части здания.....	123
5.3.2. Ведущий строительный процесс - монтаж конструкций здания.....	123
5.3.3. Монтаж лифтов .....	133
5.3.4. Совмещенная технология выполнения специальных работ .....	134

5.3.5. Отделочные работы .....	135
5.4. Особенности технологии возведения крупнопанельных зданий нетрадиционных конструктивных схем .....	137
5.4.1. Возведение жилых домов башенного типа .....	137
5.4.2. Возведение ширококорпусных жилых домов .....	138
5.4.3. Возведение общественных зданий .....	138
<b>ГЛАВА 6. ВОЗВЕДЕНИЕ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>140</b>
6.1. Особенности конструктивно-технологических решений .....	140
6.2. Особенности возведения подземной части зданий .....	142
6.3. Возведение надземной части зданий .....	143
6.4. Особенности устройства стыков .....	147
6.5. Оборудование и приспособления для монтажных работ .....	150
<b>Глава 7. ТЕХНОЛОГИЯ ОБЪЕМНО-БЛОЧНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.....</b>	<b>152</b>
7.1. Конструктивные схемы зданий из объёмных блоков .....	152
7.2. Классификация основных монтажных элементов .....	157
7.3. Технология возведение зданий из объёмных блоков .....	161
7.3.1. Технология возведения подземной части .....	161
7.3.2. Технология возведения надземной части .....	163
7.3.3. Особенности возведения надземной части зданий из объём- ных блоков .....	168
7.3.4. Организационно-технологические принципы объёмно- блочного домостроения .....	177
<b>Глава 8. ВОЗВЕДЕНИЕ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ СИСТЕМЫ "КУБ" .....</b>	<b>180</b>
8.1. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения .....	180
8.2. Технология возведения конструктивных элементов зданий .....	185
8.3. Особенности монтажа элементов каркаса .....	187
8.4. Возведение надземной части зданий .....	192
<b>Глава 9. ВОЗВЕДЕНИЕ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С НАТЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ МОНТАЖА .....</b>	<b>197</b>
9.1. Конструктивно-технологические особенности каркасных зда- ний .....	197
9.2. Технология возведения зданий .....	201
9.3. Организационно-технологические основы возведения зданий .....	211
9.4. Особенности производства работ при пониженных температу- рах окружающей среды .....	215

<b>Глава 10. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ МЕТОДОМ ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ И ЭТАЖЕЙ .....</b>	<b>218</b>
10.1. Сущность метода, преимущества и область применения.....	218
10.2. Конструктивные решения основных элементов здания .....	223
10.3. Технология возведения зданий.....	225
10.4. Комплексный процесс возведения зданий .....	234
<b>Глава 11. ВОЗВЕДЕНИЕ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>239</b>
11.1. Типы промышленных зданий и системы их унификации .....	239
11.2. Характеристики основных сборных конструкций .....	241
11.3. Конструктивные решения узлов и стыков типовых железобетонных конструкций и деталей.....	243
11.4. Основные методы возведения одноэтажных зданий.....	244
11.5. Механизация работ .....	248
11.6. Технология возведения подземной части зданий.....	252
11.7. Возведение надземной части зданий .....	253
11.8. Технологические схемы монтажа элементов одноэтажных производственных зданий с железобетонным каркасом.....	258
11.9. Конвейерный метод возведения одноэтажных промышленных зданий .....	263
11.10. Технология возведения быстромонтируемых зданий.....	270
11.11. Особенности возведения зданий зального типа .....	277
11.12. Монтаж ограждающих конструкций .....	281
11.13. Технология заделки стыков .....	282
11.14. Геодезический контроль точности монтажа конструкций .....	283
<b>ГЛАВА 12. ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>287</b>
12.1. Краткие сведения о конструктивных и объемно-планировочных решениях многоэтажных зданий .....	287

12.2. Конструкция основных стыков и узлов.....	290
12.3. Методы возведения многоэтажных каркасных зданий.....	292
12.4. Принципы оценки монтажной технологичности каркасных зданий .....	294
12.5. Монтажные средства технологического обеспечения сборки зданий .....	296
12.6. Выбор монтажных кранов и технологических схем производства работ .....	302
12.7. Возведение подземной части зданий .....	306
12.8. Технологии возведения надземной части каркасных зданий.....	312
12.9. Возведение стенового ограждения.....	320
12.10. Индустриальные технологии устройства стыков .....	324
12.11. Оценка точности сборки многоэтажных каркасных зданий .....	329
12.12. Особенности возведения многоэтажных зданий из крупно- размерных элементов .....	334
<b>ГЛАВА 13. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ..</b>	<b>341</b>
13.1. Общие положения.....	341
13.2. Назначение и технические требования к кранам- манипуляторам .....	343
13.3. Технические решения кранов-манипуляторов .....	345
13.4. Особенности технологий возведения зданий с применением кранов-манипуляторов .....	350

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

Афанасьев А.А., Данилов Н.Н., Копылов В.Д. и др. Технология строительных процессов. М., Высшая школа, 1999, 463 с.

Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Л., Стройиздат, 1990, 320 с.

Булгаков С.Н. Технологические инновации в инвестиционно-строительном комплексе. М., 1998, 547 с.

Гусаков А.А., Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. SvR – Аргус, М., 1994, 470 с.

Полтавцев С.И., Монфред Ю.Б., Волга В.С. Технологичность жилых зданий. М., Стройиздат, 1992, 331 с.

Цай Т.Н., Грабовый П.Г., Большаков В.А. и др. Организация строительного производства. М.: Изд-во АСВ, 1999.-432 с.

Шахназарян С.Х., Саакян Р.О., Саакян А.О. Возведение зданий методом подъема этажей и перекрытий. М., Стройиздат, 1984, 364 с.

СНиП 3.01.01-85\*. Организация строительного производства. М., 1995.

СНиП III-4-80\*. Техника безопасности в строительстве. М., 1993.

СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. М., 1988.

СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. М., 1988.

СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия. М., 1988.

ГОСТ Р ИСО 9001-96 – Системы качества – Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.

ГОСТ Р ИСО 9002-96 – Система качества – Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.

Учебное издание

Александр Алексеевич Афанасьев  
Сергей Георгиевич Арутюнов  
Игорь Александрович Афонин  
Юрий Августович Вильман  
Елена Анатольевна Король  
Геннадий Константинович Соколов  
Алоизас Миколович Тауенис

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ**

Под общей редакцией член-корр. РААСН, проф., д. т. н.  
А.А. Афанасьева  
Редактор О.А. Гладкова

Компьютерный набор и верстка Е.М. Лютова, Д.А. Матвеев,  
Е.С. Корнило

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Сдано в набор 15.12.00  
Подписано к печати 24.11.2000. Формат 70х100/16.  
Бумага № 1. Гарнитура таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 25. Заказ № 923. Тираж 3000 экз.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ППП «Типография «Наука». 121099, Москва, Шубинский пер., 6

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**