

**СОВРЕМЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ  
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**Рязань 2021**

**УДК69.059**

**ББК 38**

**Г38**

Технология возведения зданий и сооружений. Методическое пособие /  
сост. Бурмина Е.Н., Викулов А.Ф., Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2021. – 169 с. –  
50 экз. Электронное издание.

Рецензент: к.т.н., доцент Иевенко В.Г.

Предназначено для студентов-бакалавров Современного технического  
университета

*Издается по решению Ученого Совета  
Современного технического университета.*

**УДК69.059**

**ББК 38**

**Г38**

© Е.Н.Бурмина, А.Ф. Викулов

© Современный технический университет, 2021

# ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

## 1. Основные положения технологии возведения зданий и сооружений

### 1.1. Общие понятия.

Строительство является одной из основных сфер производственной деятельности человека. В процессе строительного производства создаются отдельные элементы, конструкции и в конечном итоге здания и сооружения. Многообразие типов зданий и сооружений порождает необходимость в их классификации.

Здание – строительная система, состоящая из несущих и ограждающих конструкций, образующих замкнутый объём. Предназначается для пребывания людей и выполнения ими своих функциональных потребностей ( жильё, отдых, работа, учёба, быт), а так же для размещения технологического оборудования (трансформаторные подстанции, насосные).

Классификация по назначению:

- **жилые**, предназначены для проживания людей;
- **общественные**, обеспечивают удовлетворение трудовых, общественных и бытовых потребностей населения. К ним относятся административные, учебные, культурно-массовые, зрелищные, спортивные, торговые и бытовые здания;
- **производственные**, в которых создаются, хранятся и перерабатываются предметы материального производства и энергоресурсы.

Классификация по конструктивно- технологическим признакам:

- **каменные**, из кирпича и мелкоштучных элементов;
- **крупнопанельные**, из сборных железобетонных панелей и плит;
- **каркасные**. Несущие конструкции представлены металлическим, железобетонным или деревянным каркасом, на который монтируются различные ограждающие элементы;
- из **монолитного железобетона**;
- из **сборных объёмных элементов** (блоков).

Различные типы зданий возводятся по различным технологиям.

Сооружение – объёмная, плоскостная или линейная строительная система, состоящая из самонесущих и ограждающих конструкций. Предназначается

ется для технологических потребностей производства, транспортных коммуникаций, безопасности и комфортности проживания людей.

Классификация по назначению:

- **транспортные**, предназначенные для функционирования железнодорожного, авиационного и водного транспорта;
- **гидротехнические** (речные и морские), обеспечивают хозяйственную деятельность человека на естественных и искусственных водоёмах;
- **ёмкостные**, предназначенные для хранения жидких и газообразных веществ;
- **грунтозащитные** (подпорные стенки, селеприёмники, защитные козырьки от лавин на дорогах и др.);
- сооружения **связи** (радиоантенны, телевышки ),
- **технологические сооружения промышленных предприятий** (эстакады, этажерки, транспортёры и др). Обеспечивают функционирование технологических линий по производству промышленной продукции;
- сооружения **сельскохозяйственных предприятий**.

Частным случаем сооружений можно считать **инженерные сети** ( водоснабжение, водоотведение, теплоснабжение, электроснабжение, связь, технологические сети промышленных предприятий, нефте и газопроводы).

Инженерные сети – сооружения (трубопроводы, кабели, тоннели), объединённые в системы и предназначенные для перемещения различных сред и энергоресурсов.

Сооружения возводятся из различных строительных материалов (грунт, металл, бетон, железобетон, дерево).

Основное назначение строительной отрасли – производство строительной продукции.

Строительная продукция – законченные строительством здания, сооружения и их элементы.

В создании строительной продукции большую роль играют технологии её производства, как в целом, так и отдельных частей. Технология определяет в каком порядке и каким способом должен протекать строительный процесс, который является сочетанием трёх основных элементов любого производства: трудовые ресурсы + предметы труда (материальные ресурсы) + технические средства (орудия труда). Поэтому технологические регламенты строительных работ можно считать «четвёртым элементом» строительного процесса.

Технология возведения зданий и сооружений (ТВЗ) объединяет простые и сложные технологические процессы, различающиеся по основным элементам производства. Эффективность технологии зависит от уровня взаимодействия процессов. Чем выше уровень их сочетания, тем эффективнее технология.

Строительная продукция (СП) разделяется на уровни:

1 уровень – строительная конструкция (элемент части здания или сооружения: блок, плита, ферма, колонна и т.д.);

2 уровень - элемент строительной продукции (выполненные части зданий: фундамент, стены, этаж и др.);

3 уровень – строительная продукция (готовые здания и сооружения).

Производственные процессы, в результате которых получается продукция, разделяются на:

- **частные** (соответствуют 1 уровню СП);
- **специализированные** (соответствуют 2 уровню СП);
- **объектные** ((соответствуют 3 уровню СП).

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

- технологии строительных процессов должны отвечать современному уровню и быть конкурентноспособны;
- строительная продукция должна отвечать требованиям государственных стандартов;
- основным и ведущим строительным процессом является технологический процесс возведения несущих (или основных) конструкций зданий (сооружений);
- возведения несущих конструкций должно выполняться таким образом, чтобы 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;
- ведущий строительный процесс осуществляется только в полной технологической увязке со всеми смежными работами, своевременно разворачивая фронт работ и создавая условия для применения механизации;
- основным грузоподъемным средством является грузоподъемный механизм, который закрепляется за специализированным потоком;
- механизация работ должна быть комплексная с максимальным использованием ведущей машины;
- уровень качества выпускаемой продукции должен отвечать нормируемым параметрам;
- орудия и предметы труда должны отвечать современным технологиям, поступление их на строительную площадку должно быть строго регламентировано технологической необходимостью (по времени и по объёму);

Строительная продукция (СП) разделяется на уровни:

1 уровень - строительная конструкция (элемент части здания или сооружения: блок, плита, ферма, колонна и т.д.);

2 уровень - элемент строительной продукции (выполненные части зданий: фундамент, стены, этаж и др.);

3 уровень - строительная продукция (готовые здания и сооружения).

Производственные процессы, в результате которых получается продукция, разделяются на:

- **частные** (соответствуют 1 уровню СП);
- **специализированные** (соответствуют 2 уровню СП);
- **объектные** ((соответствуют 3 уровню СП).

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

- технологии строительных процессов должны отвечать современному уровню и быть конкурентноспособны;
- строительная продукция должна отвечать требованиям государственных стандартов;
- основным и ведущим строительным процессом является технологический процесс возведения несущих (или основных) конструкций зданий (сооружений);
- возведения несущих конструкций должно выполняться таким образом, чтобы 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;
- ведущий строительный процесс осуществляется только в полной технологической увязке со всеми смежными работами, своевременно

- разворачивая фронт работ и создавая условия для применения механизации;
- основным грузоподъёмным средством является грузоподъёмный механизм, который закрепляется за специализированным потоком;
  - механизация работ должна быть комплексная с максимальным использованием ведущей машины;
  - уровень качества выпускаемой продукции должен отвечать нормируемым параметрам,
  - орудия и предметы труда должны отвечать современным технологиям, поступление их на строительную площадку должно быть строго регламентировано технологической необходимостью (по времени и по объёму);
  - технологические процессы должны быть обеспечены средствами безопасности и не наносить ущерба окружающей среде.

## **1.2. Технологические режимы.**

*Технологические режимы* - физические, физико-химические, химические, гидро-механические, механические и другие процессы, обладающие соответствующими параметрами, которые определяют распорядок действий и условия работы (технологии производства работ).

В технологиях возведения зданий и сооружений указанные режимы рассматриваются не в отрыве друг от друга, а в определённой 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.

Главными параметрами технологических режимов являются:

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

Некоторые из указанных параметров технологических режимов носят постоянные характеристики в течении всего технологического процесса, а другие- только на определённый период времени.

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха регламентируют технические условия на материалы, изделия и конструкции, а так же санитарные нормы. Например, одни технологические процессы допускается выполнять при температуре воздуха не ниже +5°C, другие до - 20°C.

Эксплуатационные режимы машин так же регламентированы, их параметры и характеристики содержатся в паспортах и технических условиях. Эта информация необходима при проектировании механизации работ.

### **1.3. Параметры технологического процесса возведения здания или сооружения.**

Производственный процесс возведения здания или сооружения является совокупностью отдельных частных и комплексных технологических процессов, которые протекают в пространстве и времени.

Организация строительного процесса в пространстве обеспечивается разделением конструктивного объёма строящегося здания или сооружения на фронты работ, которые являются основными **пространственными параметрами**. Фронты работ, в свою очередь, делятся на: участки, захватки, делянки, ярусы, монтажные участки, блоки бетонирования, карты, технологические узлы.

Участок - часть здания (сооружения), в пределах которого существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы и технические средства (температурные блоки промышленных зданий, секции жилых зданий).

Захватка - часть здания (сооружения) в пределах которого повторяются одинаковые комплексы строительных процессов. Они характеризуются примерно равными трудоёмкостью, составом и количеством строительных процессов, а так же продолжительностью их выполнения (этаж, часть этажа, группа элементов, количество комнат под отделку, часть котлована и др.). фронт работ на захватке должен быть достаточным для одновременной работы бригады или звена.

Делянка - фронт работ для звена или отдельного рабочего.

Ярус - частный случай захватки. Представляет собой часть объёма здания (сооружения), или отдельной конструкции, разделённой по высоте. Этот параметр наиболее часто применяется в каменных (ярус кладки), бетонных (блок бетонирования), монтажных (высота конструктивного элемента) процессах.

Монтажный участок - частный случай захватки, при выполнении строительно-монтажных работ (несколько ячеек многоэтажного каркасного здания).

Блок бетонирования - часть объёма бетонной (железобетонной) конструкции, разбитой по конструктивным или технологическим соображениям.



Карта – часть фронта работ плоскостного сооружения (или конструкции) принимаемого в качестве захватки (земляные сооружения, полы, дороги).

Технологический узел – разновидность монтажного участка, габариты которого определяются требованиями одновременного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования.

Фронт работ является основой для организации рабочих мест бригад и звеньев.

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

Результирующими параметрами технологии возведения зданий и сооружений являются технико-экономические показатели: трудоёмкость, интенсивность производства, показатели расхода ресурсов и другие.

Направление развития и функционирования технологических строительных процессов зависит от конструктивных особенностей зданий, методов и технологий производства работ. Оно может осуществляться по нескольким схемам (см. рис.1.1.)

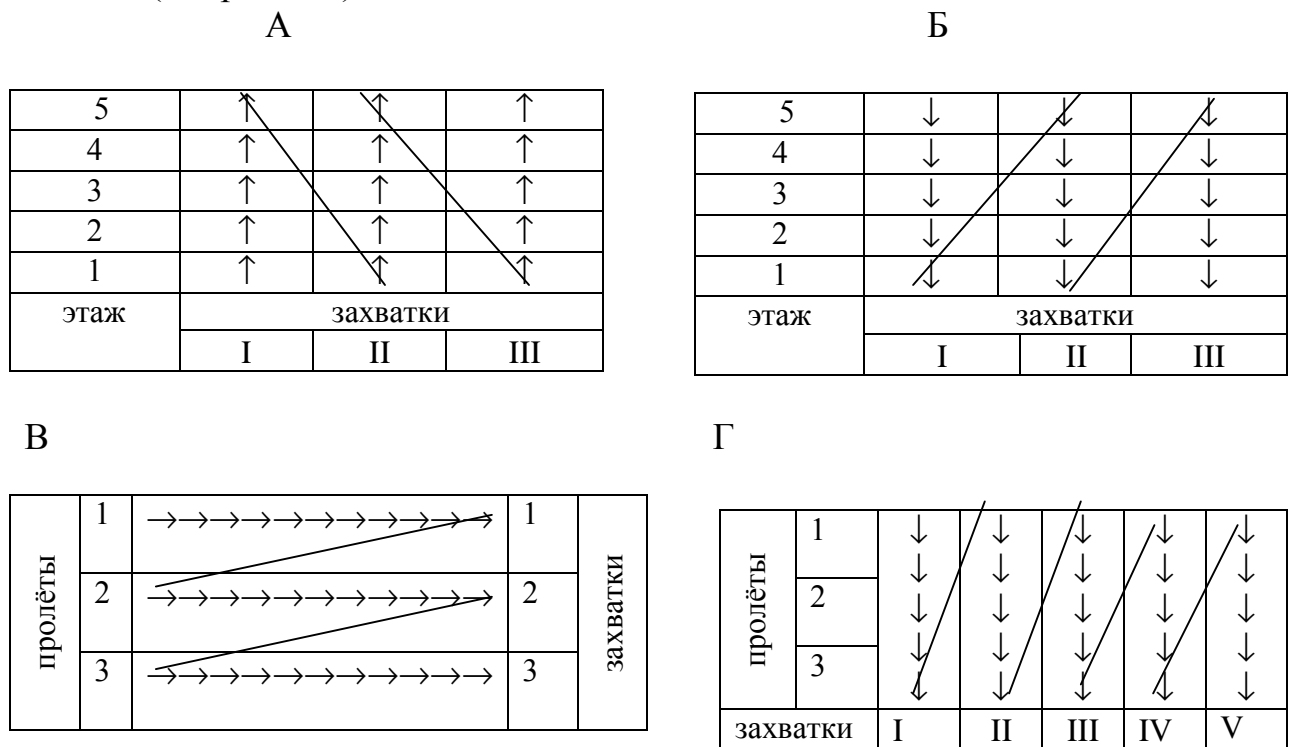


Рис. 1.1. Основные схемы развития технологических процессов. А - вертикально – восходящая; Б - вертикально – нисходящая; В – горизонтальная продольная ; Г - горизонтальная поперечная

Область рационального использования различных схем развития технологических процессов приведена в таблице 1.1.

Осуществление отдельных строительных процессов можно рассматривать параллельным, последовательным и поточным методами производства работ. Технология возведения зданий и сооружений основаны на совокупности указанных методов. Как правило, ведущие процессы выполняются поточными методами, а остальные - параллельно-поточными и последовательными методами.

#### Направление развития и функционирования технологических процессов при возведении зданий и сооружений.

Таблица 1.1

Основные направления технологических процессов и их разновидности		Область распространения
Вертикальное	Вертикально-восходящее (рис 1.1, А)	Возведение промышленных предприятий и инженерных сооружений, выполнение отдельных процессов (отделка, монтаж конструкций)
	Вертикально-нисходящее (рис. 1.1,Б)	Выполнение строительных процессов при возведении многоэтажных зданий (отделка)
Горизонтальное	Продольное (рис 1.1,В)	Возведение одноэтажных промышленных зданий, прокладка коммуникаций, выполнение процессов (земляные, кровельные и др.)
	Поперечное (рис 1.1,Г)	
Смешанное (комбинированное)	Горизонтальное, вертикально-восходящее	Строительные и технологические процессы при возведении многоэтажных зданий
	Горизонтальное, вертикально-нисходящее	

#### 1.4. Технологичность строительной продукции.

Достижение проектных показателей в процессе создания строительной продукции в значительной степени зависит от того, в какой мере проектное решение учитывает реальные производственные условия.

Технологичность продукции - это категория, определяющая взаимосвязь продукции, технологии её изготовления и производства работ, другими словами - это мера соответствия надёжности достижения проектных показателей или приспособленность продукции к способам и технологиям её изготовления. Она отражается в затратах труда, машинного времени, материальных ресурсов и денежных средств на изготовление, транспортирование и монтаж строительных конструкций.

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

$$K_T = 1 + \Delta C / C_3 \quad \text{где:}$$

$C$  – увеличение или уменьшение расчётной стоимости возведения здания по сравнению с эталонным образцом;

$\Delta C_3$  – стоимость возведения эталонного варианта.

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

$C_m$  - 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.

Для оценки транспортной и монтажной технологичности необходимо проанализировать средства транспортирования и монтажа строительных конструкций, технологию производства работ, габариты и массы монтажных элементов.

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

#### Показатели технологичности

Таблица 1.2.

Наименование коэффициента	Расчётные формулы	Наименование показателей (значений) в формулах
Равновесности конструкций	$K_{р.к.} = M_{ср} / M_{макс} < 1$	$M_{ср}$ – средняя масса $M_{макс}$ – максимальная масса
Расчленённости на монтажные единицы	$K_p = n_y / n < 1$	$n_y$ - кол-во сравниваемых монтажных единиц $n$ – общее кол-во единиц
Укрупнения конструкций	$K_y = M_{сб} / n$	$M_{сб}$ – общая масса сборных элементов $n$ – кол-во элементов
Блочности конструкций	$K_б = M_б / M_{сб} \leq 1$	$M_б$ - масса конструкций, укрупнённых в блоки $M_{сб}$ – общая масса
Заводской готовности	$T_{з.г.} = T_з / T_{и} +$	$T_з$ – трудоёмкость изготовления в

	$T_T + T_M$	заводских условиях $T_{и}$ – общая трудоёмкость изготовления $T_T$ - трудоёмкость транспортирования $T_M$ - - трудоёмкость монтажа
Технологичности монтажных стыков	$T_{м.с.} = T_c / T_M$	$T_c$ – трудоёмкость устройства стыка $T_M$ - общая трудоёмкость монтажа

Соотношение показателя технологичности и полной себестоимости будет правомерным, если во всех вариантах продукция имеет одинаковые потребительские качества.

## 1.6. Технологическая структура процесса возведения строительных объектов.

Возведение зданий и сооружений - комплексный производственный процесс, состоящий из множества простых строительных процессов различной сложности по индивидуальным технологиям, со своими технологическими режимами, пространственными и временными параметрами. Поэтому задача выбора строительных технологий состоит в том, чтобы установить порядок их взаимодействия и создать непрерывную технологическую цепь выполнения. Наиболее рациональные сочетания работ (процессов) объединяются в *технологические циклы*.

Циклы позволяют общий комплексный процесс возведения зданий и сооружений расчленить на несколько составляющих, целью которых является получение различных элементов строительной продукции. Для разных строительных объектов разбивка на циклы различная. В свою очередь циклы могут разделяться на *строительные технологические комплексы* (подциклы), которые при строительном технологическом проектировании выбираются произвольно, в зависимости от принятой технологии, объёмно-планировочных и конструктивных решений.

В каждом технологическом цикле имеется, как правило, один ведущий строительный процесс, которому подчинены основные и вспомогательные процессы, входящие в строительные технологические комплексы.

Технологические циклы характеризуются не только технологическими связями строительных процессов, но и подчиняют их определённому порядку и продолжительности выполнения. Технологическая структура циклов является одной из главных характеристик технологий, их нарушение означает несоблюдение технологии строительного производства. Завершение каждого цикла создаёт условия для выполнения последующих работ и приближает к завершению объекта в целом.

В зависимости от количества циклов в производственном процессе возведения зданий, технологии подразделяются на двухцикличные, трёхцикличные и многоцикличные.

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

Пример технологической структуры возведения каменного здания приведён на схеме ( рис 1.2 ).

Здание возводится по трёхцикличной технологии, каждый цикл разбит на строительные технологические комплексы ( подциклы ). Подциклы, в дальнейшем, могут быть дифференцированы по видам работ ( процессам ).

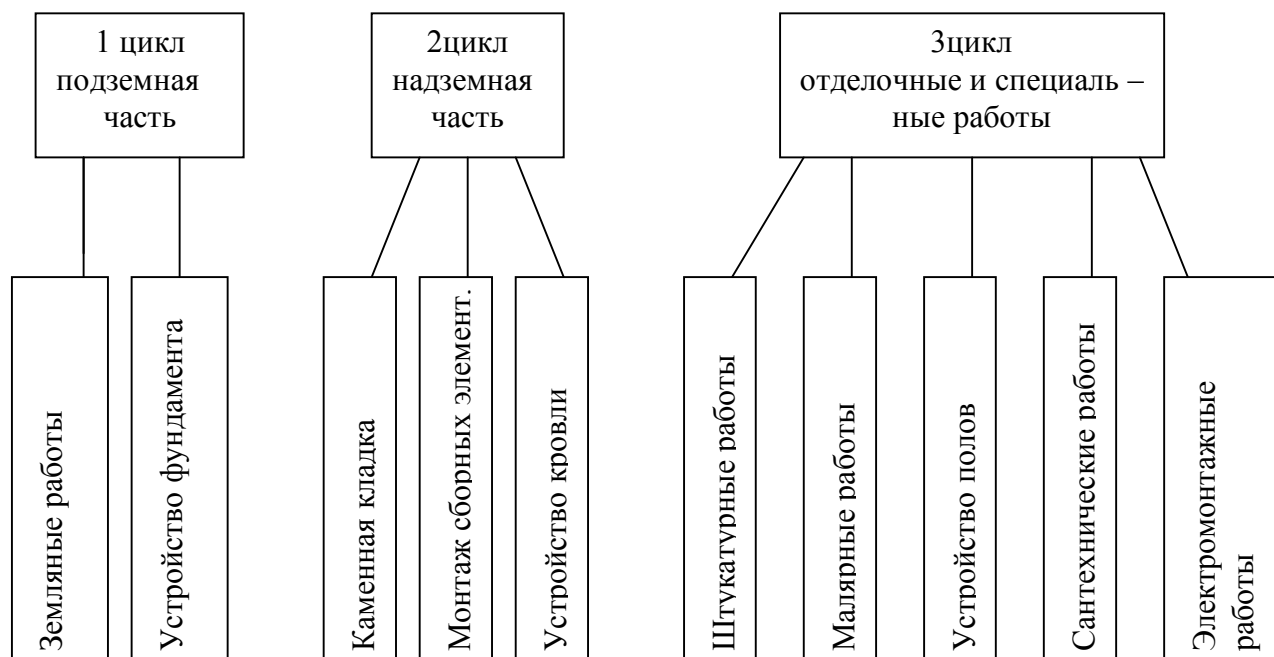


Рис. 1.2. Схема технологической структуры возведения каменного здания.

## 2. Строительное проектирование.

Возведение зданий и сооружений невозможно без наличия основного комплекта технической документации, называемого *проектом*. Проект- это обобщающее понятие, оно включает в себя организационные, технические, технологические, конструкторские, ресурсные и другие решения, обеспечивающие выпуск строительной продукции высокого качества. Строительство можно начинать только после утверждения проектной документации. В целом, проектная документация должна отвечать на вопросы: Что строить? Как строить?; Чем строить?; Кем строить?.

Проектная документация разделяется на *проектно-сметную* и *технологическую*.

### 2.1. Проектно-сметная документация.

Проектно-сметная документация (ПСД) составляется в специальных *проектных* организациях по заданию заказчика (инвестора). Она отражает технические, объёмно-планировочные, конструкционные, стоимостные решения по строительному объекту и отвечает на вопрос – Что строить?;

Проектно-сметная документация разрабатывается на основе СНиП 11-01-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений». ПСД может разрабатываться в одну или несколько стадий: для простых объектов достаточно составить *рабочую документацию (Р)* или *рабочий проект (РП)*; для сложных объектов выполняется предварительная стадия – *технико-экономическое обоснование (ТЭО)* или *проект (Т)*.

Проектно-сметная документация формируется по разделам, томам, книгам, имеющим свои различительные индексы – марки. Каждая марка соответствует своему комплекту проектных документов. ПСД включает в себя следующие массивы информации: исходную, конструктивную, ресурсную и стоимостную.

#### Примерный состав ПСД на строительный объект

Исходная информация

Общая пояснительная записка – марка(ОПЗ). В неё включаются исходные данные для проектирования; краткая характеристика объекта; технико-экономические показатели; сведения о проведённых согласованиях проектных решений; основные чертежи (планы, разрезы, фасады, сводный план инженерных сетей и др.), характеризующие объёмно-планировочные и конструктивные решения; гарантийные записи должностных лиц и другая информация, общая для проекта в целом.

Инженерные изыскания (ИЗ) – комплект документации характеризующий геолого-гидрологические условия площадки и топографическую основу окружающего рельефа.

Конструктивная информация

Генеральный план и транспорт (ГП) – раздел проекта, в котором решается «посадка» объекта. В чертежах разрабатывается вертикальная и горизонтальная привязка к местности, благоустройство, озеленение, устройство дорог и проездов, расположение инженерных сетей, баланс земляных масс.

Технологические решения (ТО) – краткая характеристика и обоснование решений по технологии производства, состав технологического оборудования, потребности основных ресурсов для технологических нужд, экологические аспекты принятых технологий.

Архитектурно-строительные решения (АР) – обоснование (расчёт), описание, графическое отображение архитектурных, объёмно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений. В общий комплект марки АР должны входить комплекты детализированных чертежей строительных конструкций: СК – строительные конструкции; КЖ – конструкции бетонные и железобетонные; КД – конструкции деревянные; КМ – конструкции металлические; КМД – конструкции металлические, детализированные.

Инженерное оборудование, сети и системы – решения по водоснабжению и водоотведению (ВК); теплоснабжению (ТС); газоснабжению (ГС); отоплению и вентиляции (ОВ); электроснабжению (ЭС); связи (СВ). В этом же разделе решаются вопросы диспетчеризации и автоматизации управления инженерными системами, противопожарной безопасности. При комплектации раздела выделяются внутренние и наружные сети.

Ресурсная информация

Спецификации оборудования (СО) – перечни, применяемого в проектной документации, технологического оборудования.

Ведомости потребности в материалах – перечни строительных материалов, полуфабрикатов, конструкций, изделий и других материальных ресурсов, заложенных в проектные решения общестроительных конструкций.

Стоимостная информация

Сметная документация (СМ) – стоимость строительства, подсчитанная по объёмам строительно-монтажных работ.

Кроме вышперечисленных разделов в состав ПСД включаются решения по организации строительства, эффективности инвестиций, мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций и другие (указанные в задании заказчика) материалы. Проектно-сметная документация считается выполненной после утверждения заказчиком (инвестором).

## 2.2. Технологическая проектная документация.

Для возведения зданий и сооружений на современном уровне и требуемого качества необходимо разработать обширную организационно-технологическую документацию. Эта документация и должна ответить на вопросы: Как строить? Чем строить? Кем строить?

Основным нормативным документом, определяющим минимально необходимые требования к строительной технологической документации является СНиП 3.01.01.-85\* «Организация строительного производства». Согласно СНиП, строительство зданий и сооружений должно производиться в соответствии с положениями проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), разработанных на основе рабочей проектно-сметной документации.

### **« п.3.2. Запрещается осуществление строительно-монтажных работ без утверждённых проекта организации строительства и проекта производства работ»**

Проект организации строительства

Проект организации строительства составляется в проектной организации и содержит следующие разделы:

- календарный план строительства, в котором определяются сроки и очередность строительства зданий и сооружений с распределением капитальных вложений и объёмов строительно-монтажных работ по отдельным объектам, очередям и периодам строительства;
- строительный генеральный план (стройгенплан) для подготовительного и основного периода строительства. В стройгенплане должны быть решены: постоянные и временные автомобильные дороги, размещение крупногабаритного грузоподъёмного оборудования, складские площадки, места размещения временных зданий и сооружений (включая инвентарные), места подключения временных инженерных сетей, знаки разбивочной геодезической основы и другие вопросы (согласно приложению 2\* СНиП);
- организационно-технологические схемы, определяющие оптимальную последовательность возведения зданий и сооружений с указанием технологической последовательности работ;
- ведомость объёмов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ, с выделением по основным зданиям и сооружениям и периодам строительства;
- ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании с распределением по объектам и календарным периодам строительства;
- график потребности в основных строительных машинах и транспортных средствах по строительству в целом;
- пояснительная записка (состав согласно приложению 2\* СНиП).



Состав и содержание ПОС могут изменяться с учётом сложности и специфики проектируемых объектов. Проект организации строительства для жилых домов и однотипных простых объектов может разрабатываться в сокращённом объёме.

### **Проект производства работ**

Проекты производства работ (ППР) на строительство новых, расширение и реконструкцию зданий или сооружений разрабатываются генеральными подрядными строительно-монтажными организациями. На отдельные виды общестроительных, монтажных и специальных строительных работ ППР РАЗРАБАТЫВАЮТСЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ВЫПОЛНЯЮЩИМИ ЭТИ РАБОТЫ. В качестве основы при составлении ППР служит проектно-сметная документация.

Проект производства работ разрабатывается для здания в целом, отдельных циклов возведения здания, сложных строительных работ. Состав и содержание ППР должны соответствовать приложению 4\* СНиП 3.01.01.-85\*:

- календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график, в которых устанавливаются последовательность и сроки выполнения работ с максимально возможным их совмещением;
- строительный генеральный план с указанием: границ строительной площадки и видов её ограждения, действующих и временных инженерных сетей и коммуникаций, постоянных и временных дорог, схем движения средств транспорта и механизмов, мест установки строительных и грузоподъёмных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, мест расположения знаков геодезической разбивочной основы, мероприятий по технике безопасности и охране труда, площадок и помещений складирования, технологических площадок и другой необходимой информации;
- графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- графики движения рабочих кадров по объекту;
- графики движения основных строительных машин по объекту;
- технологические карты на выполнение отдельных видов работ;
- решения по производству геодезических работ;
- решения по охране труда в строительстве;
- решения по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения строительной площадки;
- ведомости потребности строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования и ведомости потребности в машинах, механизмах, оборудовании и инструменте;
- пояснительной записки содержащей обоснования принятых решений по производству работ, природоохранные мероприятия, технико-экономические показатели и другую необходимую информацию.

Проекты производства работ составляются в полном объёме (на объекты средней сложности и сложные) или сокращённом (простые, объекты по типовым проектам).

Обязательным и наиболее ёмким компонентом ППР является комплект технологических карт на основные строительные технологические комплексы (процессы).

Технологические карты.

Технологическая карта (ТК) – проектный технологический документ в котором рассматриваются и решаются вопросы организации и технологии строительно-монтажных работ (СМР) отдельного процесса или технологического комплекса. ТК бывают простыми (на вид работ, процесс) или комплексными (на цикл, строительный технологический комплекс). По одним и тем же исходным данным может быть разработано несколько вариантов ТК (изменяя параметры составляющих технологий). Основой технологической карты должно быть применение комплексной механизации современного, высоко-производительного состава. ТК разработанная для конкретного объекта (для однократного применения) называется *индивидуальной*, а многократно применяемые ТК – *типовыми*.

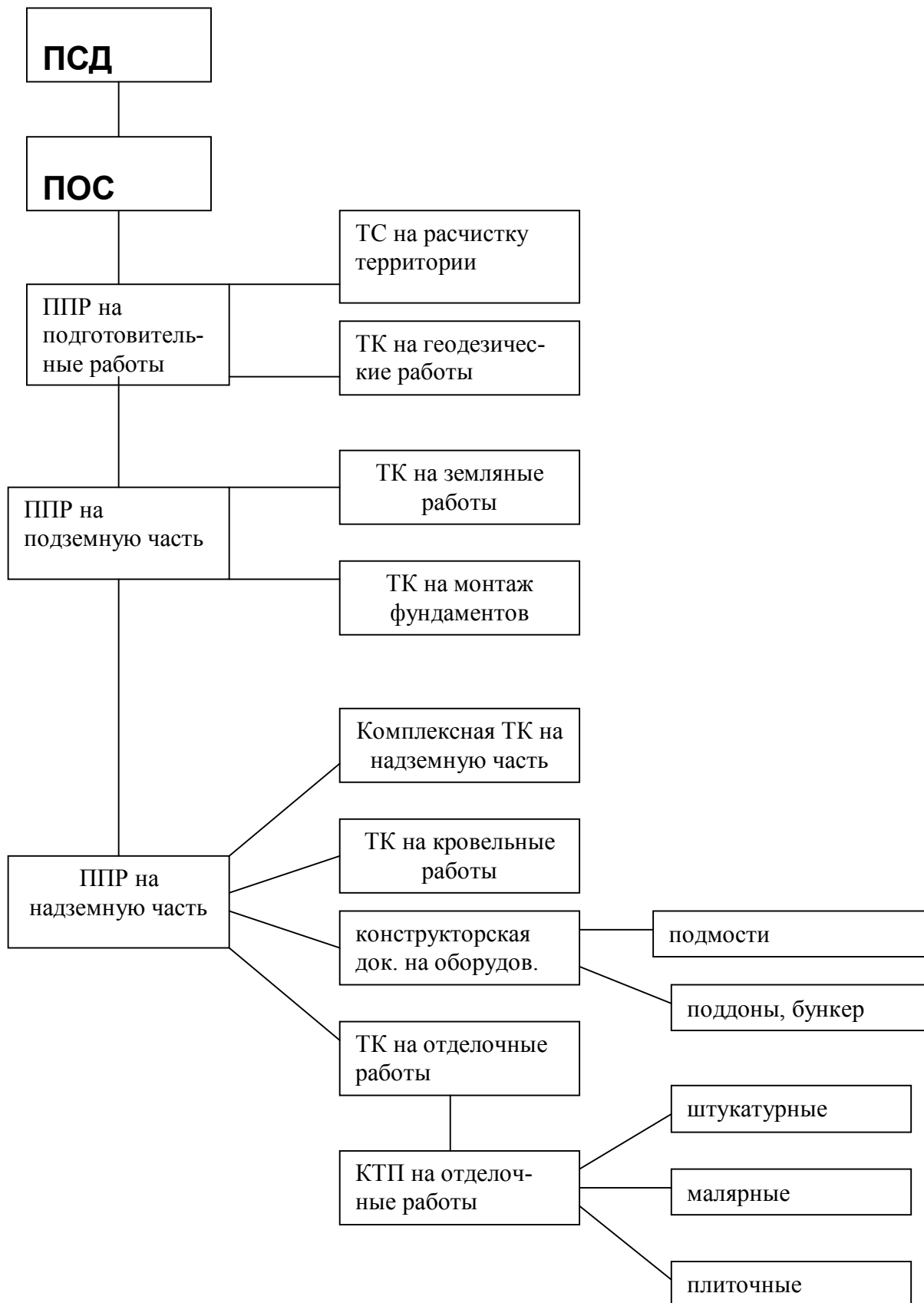
**Технологическая карта составляется на одну единицу объёма работ.**

Состав технологической карты.

1. Область применения – заранее оговоренные условия применения технологической карты: единица объёма работ, ведущая машина (механизм), номенклатура работ (учитываемая картой), технологический цикл или период строительства, состав и количество бригад, условия усложняющие строительство (сейсмичность, неблагоприятные климатические факторы и др.).
2. Организация и технология производства работ – описание технологической последовательности выполнения строительно-монтажных работ. Необходимые чертежи и графические схемы. Расчёт и подбор состава бригад, звеньев. Обоснование и схема комплексной механизации работ, составление нормокомплекта. Контроль качества СМР. Охрана труда и техника безопасности. Охрана окружающей среды.
3. Планирование СМР – объёмы СМР и калькуляция трудозатрат, календарный график выполнения работ.
4. Материально-технические ресурсы – спецификации машин и механизмов, оборудования, строительных материалов, конструкций и изделий.
5. Техничко-экономические показатели – затраты труда на единицу измерения, продолжительность выполнения работ по технологической карте.

В состав ППР (или ТК) могут быть включены технологические схемы на отдельные операции (установка подъёмников, складирование материалов и т.д.); конструкторская документация на индивидуальное оборудование, технологические указания по специфическим аспектам технологий СМР.

**Пример состава проектной технологической документации.**  
(каменное здание)



### 3. Подготовительные работы.

Перед началом строительства необходимо выполнить комплекс работ по подготовке строительной площадки. Состав работ носит общий характер для гражданского и промышленного строительства, но зависит от местных условий площадки, её расположения на рельефе и в городской застройке, времени года и вида строительства (новое, расширение, реконструкция).

Подготовительные работы разделяются на *внеплощадочные* и *внутриплощадочные*.

К внеплощадочным можно отнести: строительство подъездных дорог; инженерные сети и сооружения на них; вскрышные работы на карьерах, отвалах, резервах; создание строительной инфраструктуры (предприятия стройиндустрии, городок строителей, база механизации, склады и т.д.).

Внутриплощадочные работы: устройство геодезической разбивочной основы; расчистка территории; предварительная вертикальная планировка; водопонижение и водоотвод; перенос транзитных коммуникаций и устройство основных внутриплощадочных инженерных сетей; установка инвентарных зданий и технологических сооружений; мероприятия по охране окружающей среды; ограждение и освещение строительной площадки.

Проектные решения по подготовительным работам разрабатываются в ПОС и ППР. Внутриплощадочные работы выполняются генподрядной строительной организацией после заключения хозяйственного договора с заказчиком и получения разрешения на строительство.

#### 3.1. Устройство геодезической основы.

Геодезическая разбивочная основа создаётся на площадке в виде развитой сети закреплённых знаками пунктов, определяющих положение объекта на местности. Она должна обеспечивать исходными данными последующие построения и измерения на всех этапах строительства. В состав основы входит: создание опорной геодезической сети, разбивка зданий и сооружений на местности, закрепление осей и устройство обноски.

Опорная геодезическая основа создаётся в виде:

- а) строительной сетки (с размерами сторон 50...400м, в зависимости от плотности застройки), продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности зданий и сооружений и их габариты. Создаётся для строительства крупных промышленных предприятий, жилых микрорайонов, групп зданий и сооружений.
- б) красных линий, продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности зданий и сооружений. Создаётся для отдельных строительных объектов.
- в) сетей триангуляции или трилатерации (измерение сторон треугольников с помощью дальномеров), с привязанными к ним

основными осями сооружений. Применяется при строительстве крупных линейных сооружений (мостов, плотин и др.).

- г) полигонометрических или теодолитных ходов вдоль трассы и осей сооружений. Создаётся при строительстве дорог, трубопроводов и других подобных сооружений.

Геодезическую разбивочную основу следует создавать в виде замкнутых полигонов или отдельных нивелирных ходов так, чтобы отметки были получены не менее чем от двух реперов геодезической сети. Пункты основы следует совмещать с пунктами, определяющими положение объекта в плане. Точность построения геодезической разбивочной основы следует принимать, руководствуясь величинами допустимых средних квадратических погрешностей угловых, линейных и высотных измерений, например:

- угловые измерения  $5...30''$ ;
- линейные измерения  $1/2000...1/50\ 000$ ;
- высотное обоснование (отметки)  $2...5\text{мм}$ .

Основа выполняется плановая и высотная в абсолютных единицах измерений. При необходимости вводится условная система координат и высот. Знаки геодезической разбивочной основы должны быть нанесены на стройгенплан.

Геодезическая основа сдаётся заказчиком подрядчику не менее чем за 10 дней до начала строительства (СМР). Подрядчику передаются:

- пункты строительной сетки, красных линий, триангуляции, теодолитных и нивелирных ходов в виде каталогов или ведомостей;
- оси, определяющие положение и габариты зданий в плане, закреплённые створными знаками (не менее  $4^x$  на ось), для линейных осей не реже, чем через 500м.;
- реперы – не менее  $2^x$  у каждого здания или сооружения, или через 500м вдоль осей линейных сооружений.

Положение знаков должно проверяться строительными организациями не реже двух раз в год.

### **3.2.Расчистка территории строительной площадки.**

В комплекс работ по расчистке территории включается:

- расчистка площадки от ненужных деревьев, кустарника, раскорчёвка пней;
- снятие плодородного слоя почвы;
- снос или разборка ненужных строений;
- отсоединение и перенос инженерных сетей, попадающих в пятно застройки;
- предварительная вертикальная планировка площадки.

Расчистка территории от ненужных деревьев производится в соответствии с проектом (ГП), на основании лесорубочного билета, выдаваемого органами лесоохраны или управления благоустройства населённого пункта. Валка деревьев осуществляется вручную электрическими или механическими

кими пилами или механизированным способом при помощи тракторов с трелёвочно-корчевальными лебёдками, бульдозеров с высоко поднятыми отвалами. При необходимости, кусторезом предварительно срезается кустарник и подлесок. Кусторез имеет раму с отвалами и ножи, которые срезают стволы диаметром не более 20см на уровне земли. Оставшиеся после валки деревьев пни выкорчёвываются корчевателями, бульдозерами или тракторами с лебёдками. Если корневая система очень развита, то корни разрушаются взрывами небольшой мощности. После раскорчёвки остатки корней выбираются из растительного слоя параллельными проходками корчевателей. Древесные остатки перевозятся на лесосклад, где утилизируются.

Законодательство об охране окружающей среды требует от строителей бережного отношения к природе, поэтому ценные деревья и кустарники, мешающие производству работ, выкапывают и переносят в новое место (по проекту). Если лесоохрана разрешает валку старых деревьев, то они обязательно нумеруются в проекте и перед рубкой номер наносится краской на ствол.

Со строительной площадки должны быть убраны валуны. Мелкие валуны, если помещаются в ковш, загружаются в транспортные средства экскаватором, более крупные перемещаются бульдозерами за пределы зоны работ. Валуны могут быть раздроблены на месте взрывным способом с помощью накладных или шпуровых зарядов.,

Если при геологических изысканиях обнаружен плодородный слой почвы толщиной 20...50см, то он подлежит снятию и последующему использованию при рекультивации земель строительной площадки. Грунт срезается бульдозерами или автогрейдерами и перемещается в специально выделенные места, где складировается. При работе с плодородным слоем следует предохранять его от смешивания с нижележащим слоем, загрязнения, размыва и выветривания. Зимой снимать плодородный слой не рекомендуется.

Снос зданий и сооружений, попадающих в зону застройки выполняется путём обрушения или членением на части с последующей разборкой. Каркасные деревянные и металлические строения разбирают, отбраковывая элементы для вторичного использования. Сборные железобетонные объекты разбирают по схеме сноса, обратной схеме монтажа. При разборке каждый элемент должен освободиться от связей, предварительно раскрепляться и занимать устойчивое положение. Сборные элементы не поддающиеся демонтажу расчленяются, как монолитные.

Монолитные железобетонные и металлические строения разбирают по специально разработанной схеме сноса, обеспечивающий устойчивость строения в целом. Членение на блоки разборки начинают со вскрытия арматуры. Затем блок закрепляют, после чего режут арматуру и обламывают блок. Металлические элементы срезают после раскрепления. Наибольшая масса блока разборки или металлического элемента не должна превышать половины грузоподъёмности крана при наибольшем вылете стрелы.

Снос зданий и сооружений, в том числе каменных, осуществляют обрушением экскаваторами с различным навесным оборудованием – шар-

молотами, клин-бабами, отбойными молотками. Обломки сдвигают в сторону бульдозерами или загружают в транспортные средства. Вертикальные части строений для предотвращения разброса обломков по площади следует обрушать внутрь.

Отсоединение и перенос с площадки существующих инженерных сетей является важным и обязательным элементом подготовки строительной площадки. На подготавливаемой строительной площадке могут быть расположены не только локальные но и магистральные сети электроснабжения, водопровода, канализации, газопровода, теплосети, связи. В этих случаях до начала строительства все сети должны быть вынесены с пятна застройки и проложены за пределами площадки, чтобы обеспечить их бесперебойное функционирование.

После выполнения ранее рассмотренных работ осуществляется предварительная вертикальная планировка (разработанная в ППР). Особенно важно выполнить эту работу при строительстве на пересечённой местности, при неблагоприятных грунтовых условиях и развитой сети транспортных коммуникаций.

### **3.3. Водотвод и водопонижение.**

*Водоотвод* – удаление поверхностных вод с территории строительной площадки. Поверхностные воды образуются из атмосферных осадков (дождевые и талые воды). Территория строительной площадки должна быть защищена и от поверхностных вод, поступающих с более высоких участков рельефа и от вод скапливающихся непосредственно на самой площадке. Для удаления воды её перехватывают и уводят за пределы строительной площадки.

Для перехвата вод устраивают нагорные и водоотводные канавы или обваловывание вдоль границ строительной площадки в повышенной её части. Поперечные сечения и уклоны канав рассчитываются на пропуск расчётных расходов воды (по методикам гидрологии и гидравлики).

Минимальные поперечные сечения канав: глубина не менее 0,5; ширина 0,5...0,6м; высота бровки над расчётным уровнем воды не менее 0,2м. Для предохранения от заиливания продольный профиль делают не менее 1/500. Скорость движения воды не должна превышать 0,5м/сек (для песка), 1,2м/сек (для суглинка). Стенки и дно канавы защищают дёрном, фашинами, каменной наброской от размыва.

Поверхностные воды, скапливающиеся на площадке удаляются приданием соответствующих уклонов при предварительной вертикальной планировке или устройством накопительных бассейнов (зумпфов) с последующей откачкой насосами.

Поверхностные воды удаляются в систему ливневой канализации или в пониженные участки рельефа местности.

*Водопонижение* – снижение уровня горизонта грунтовых вод (УГВ). Осуществляется при помощи отсечных дренажей или водопонижительных систем (скважин), с установкой в них насосов и отводом воды.

Отсечные дренажи (дренажные системы) могут быть открытого и закрытого типа.

*Открытый* дренаж применяют в грунтах с малым коэффициентом фильтрации при понижении УГВ на небольшую глубину (0,3...0,5м). Дренаж устраивается в виде канавы 0,5х0,5м, на дно которой укладываются слои фильтрующего материала (песка, гравия, щебня).

Закрытый дренаж – это траншеи глубокого заложения с устройством колодцев для ревизии системы и с уклоном в сторону сброса воды, заполняемые дренируемым материалом (крупнозернистым песком, гравием, щебнем). Поверх дренажную канаву закрывают местным грунтом.

Для повышения эффекта дренирования на дно такой траншеи укладывают перфорированные керамические, асбестоцементные, бетонные трубы диаметром 125...300мм или лотки. Зазоры труб не заделывают, трубы сверху засыпают хорошо дренирующим материалом. Глубина дренажных канав 1,5...2м и ширина поверху 0,8...1м. Под трубу устраивается щебёночное основание толщиной 0,2-0,3м. Такие дренажи собирают и отводят воду из прилегающих слоёв грунта лучше, потому что скорость движения воды в трубах выше, чем в дренирующем материале.

Закрытые дренажи должны быть выполнены ниже глубины промерзания и иметь продольный уклон не менее 0,005%.

Строительное водопонижение выполняется только при наличии проектного обоснования (ПОС) и технологического решения (ППР). Для водопонижения строительной площадки используются следующие технологии: устройство водопонижительных скважин (открытых и вакуумных), оборудованных насосами; бурение самоизливающихся и водопоглощающих скважин; устройство сквозных фильтров; устройство иглофильтровальных систем.

### **3.4. Обустройство строительной площадки.**

Подготовка и обустройство строительной площадки включают:

- сооружение временных дорог и подъездов с максимальным использованием существующей дорожной сети;
- прокладку временных коммуникаций (водоснабжение, электроснабжение, теплоснабжение, связь);
- устройство площадок для стоянки и ремонта строительных машин;
- ограждение и освещение строительной площадки;
- установка временных бытовых производственных помещений;
- производственное благоустройство строительной площадки (выполнение решений по охране труда, производственной санитарии и технике безопасности, заложенных ППР).



Обустройство строительной площадки производится на основании решений стройгенплана соответствующего проекта производства работ.

Технологическая модель подготовительных работ.

Таблица 3-1

№ п/п	Строительные технологические комплексы и их структура	Последовательность выполнения работ
	Расчистка и планировка территории	
1	Геодезическая разбивочная основа ( 1 этап);	—
2	Расчистка площадки от деревьев и кустарников;	—
3	Снятие и уборка растительного слоя;	—
4	Водопонижение и водоотвод ;	—
5	Отключение и вынос инженерных сетей;	—
6	Снос зданий и сооружений;	—
7	Предварительная вертикальная планировка;	—
8	Рекультивация земель	—
	Временные здания и сооружения	
9	Ограждение площадки;	—
10	Временные здания и сооружения;	—
11	Внутренние инженерные сети	—
12	Создание геодезической основы ( 2 этап).	—

--	--	--

## 4. Технологии возведения земляных и подземных сооружений.

### 4.1. Земляные сооружения.

Технологии возведения зданий и сооружений всегда подразумевают на начальном этапе строительства устройство земляных сооружений (при устройстве фундаментов, вертикальной планировке и др.).

*Земляные сооружения* – строительная продукция, полученная в результате разработки, перемещения или укладки грунтов, а так же введения в грунт дополнительных конструкций.

Классификация.

а) по расположению относительно поверхности земли:

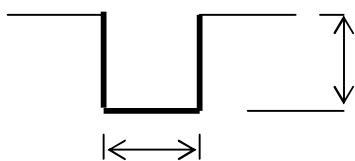
- § выемки – углубления, образуемые разработкой грунта ниже уровня поверхности;
- § насыпи – возвышения на поверхности, возводимые отсыпкой ранее разработанным грунтом.

б) по назначению:

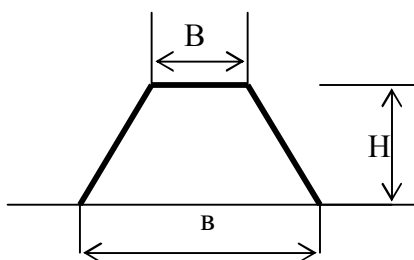
- § постоянные – предназначенные для длительного использования (нагорные каналы, вертикальная планировка, дороги, каналы);
- § временные – устраиваются на период строительства (котлованы, траншеи, отвалы, резервы);
- § подпорные – предназначенные для удерживания грунта от обрушения (подпорные стенки различных конструкций).

Характерные профили земляных сооружений

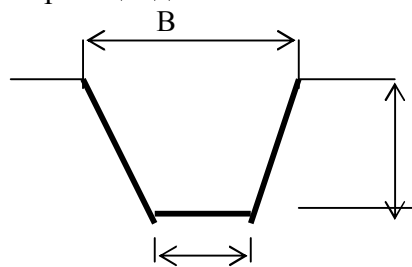
Прямоугольный



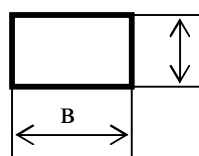
Насыпь



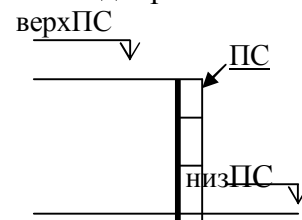
Трапецеидальный



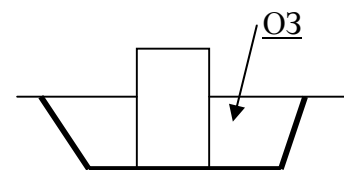
Подземная выработка



Подпорный



Обратная засыпка



$m$  – коэффициент (заложение) откоса

Все земляные сооружения должны быть устойчивыми, прочными, способными воспринимать расчётные нагрузки, противостоять климатическим воздействиям, сохранять на период эксплуатации проектные размеры. Главное требование к земляным сооружениям – устойчивость боковых поверхностей (откосов). Это достигается назначением их максимальной крутизны:  $h/a=1/m$ ;  $m$ -зависит от вида грунта и его состояния.

В случае затруднений или невозможности сохранить естественные (или расчётные) заложения откосов устраиваются временные или постоянные крепления (посевы трав, каменная наброска, одерновка и др.).

Расчёты и конструирование земляных сооружений производятся:

- постоянных – в проектно-сметной документации,
- временных – в проекте производства работ.

Земляные работы, в зависимости от вида сооружения, свойств грунтов и технических ресурсов могут осуществляться следующими способами:

- *механическим* – разработка грунта, при котором грунт в забое разрушается послойно рабочим органом землеройной машины, а перемещается транспортными средствами. Работы могут проводиться открытым или закрытым способами. Применяются бульдозеры, экскаваторы, скреперы, автосамосвалы;
- *гидромеханическим* – разрушение и перемещение грунта производится потоком воды (применяются гидромониторы, землесосные снаряды);
- *взрывным* – разрушение (иногда и перемещение) грунта энергией взрыва;
- комбинированные способы.

По организационно- технологической структуре земляные работы выполняются специализированными потоками, включающими подготовительные, основные и вспомогательные процессы. Структура земляных работ изучается в дисциплине «Технология и механизация строительных процессов».

Технологическая строительная документация на земляные работы разрабатывается в проектах производства работ.

В качестве примера рассмотрим технологии возведения некоторых земляных сооружений.

Вертикальная планировка строительной площадки.

Вертикальная планировка строительной площадки устраивается при возведении промышленных и гражданских зданий и комплексов сооружений.

Перечень выполняемых строительных процессов:

- удаление слоя растительного грунта;
- разработка грунта планировочной выемки с перемещением в планировочную насыпь;
- отсыпка планировочной насыпи с разравниванием и предварительным уплотнением грунта;
- окончательная планировка площадей и откосов выемок и насыпей;

На каждый процесс разрабатывается технологическая карта. Работы организуются поточным методом. Ведущий процесс – разработка грунта.

Планировочная площадь разбивается на карты (горизонтальный параметр) и ярусы (вертикальный параметр). В зависимости от объёмов работ и дальности перемещения грунта выбирается бульдозерный, скреперный или экскаваторно-транспортный способы разработки грунта.

схема	процессы
двухкартная	1) отсыпка и разравнивание (с увлажнением и выстаиванием); 2) уплотнение
трёхкартная	1) отсыпка и разравнивание; 2) увлажнение и выстаивание; 3) уплотнение.

Работы выполняются по *двухкартной* или *трёхкартной* схеме.

Работы выполняются на основе комплексной механизации всех процессов. Расчёт производительности ведущей машины ведётся на расчётную единицу –  $1000\text{м}^3$ . По ведущей машине подбирается весь комплект машин. (Например: экскаватор-автосамосвалы-бульдозер-пневмокаток-поливочная машина-грейдер).

В технологической карте предусматривается:

- графическая схема комплексно-механизированного процесса с разбивкой на карты, схема движения машин и механизмов, места временной стоянки, размеры проходов и переходов (с захватки на захватку);
- баланс земляных масс;
- выбор, обоснование и расчёт схем механизации;
- описание технологии производства работ по процессам;
- подсчёт объёмов работ и калькуляция трудозатрат;
- спецификация материальных ресурсов, машин, механизмов;
- требования по охране труда, охране окружающей среды.

#### **Устройство котлована.**

Котлован – земляное сооружение в виде выемки, предназначенное для устройства фундаментов под здание (сооружение). Поэтому, приступая к разработке ППР(или технологической карты) необходимо определить последовательность возведения конструкций подземной и надземной частей здания и методы выполнения строительно-монтажных работ. После этого назначаются технологические и пространственные параметры потока.

Перечень составляющих процессов:

- геодезические разбивочные работы;
- разработка и перемещение грунта (включая рыхление);
- устройство водопонижения и водоотлива;
- устройство въездов-выездов из котлована;

- чистовая планировка дна котлована (до проектных отметок) и профилирование откосов;
- операционный контроль за качеством работ (геодезический за профилем сооружения, лабораторный – за физико-механическими характеристиками грунтов основания).

Технология и комплексная механизация строительных работ по всем процессам должна быть отражена в технологических картах.

Основная графическая информация заключается в технологических схемах разработки котлована и стройгенплане на период возведения подземной части здания. Схемы разрабатываются на каждый этап работ, карту, ярус, очередь. На схему наносится:

- контур и геометрические размеры котлована;
- отметки механизированной, ручной разработки и добора грунта;
- места спуска рабочих, въезда и выезда машин и механизмов;
- места установки водоотливных насосов, зумпфы, разводка трубопроводов, обвалования и др.;
- рабочие (прямые) и обратные проходки машин и механизмов (экскаваторов, рыхлителей, бульдозеров, катков и др.);
- разбивка на технологические и пространственные параметры, рассматриваемых в схеме строительных работ.

Остальные разделы и реквизиты технологических карт составляются по общим правилам.

## 4.2. Технология строительства подземных сооружений.

### 4.2.1. Технология «стена в грунте».

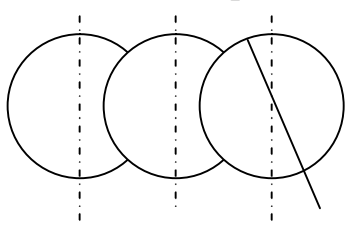
Технология «стена в грунте» применяется при возведении заглубленных сооружений в условиях городской застройки: подпорные стенки, противофильтрационные завесы, тоннели мелкого заложения, котлованы, подземные гаражи, пешеходные переходы, ёмкости для хранения жидкостей и др.).

Сущность технологии: в грунте устраиваются выемки и траншеи различной конфигурации в плане, которые заполняются ограждающими конструкциями из монолитного или сборного железобетона; внутреннее земляное ядро разрабатывается землеройными машинами, после чего выполняются основные проектные конструкции. Конструктивно технология «стена в грунте» разделяется на два вида: свайный и траншейный.

*Свайный* – ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай.

#### Схема образования непрерывных стенок

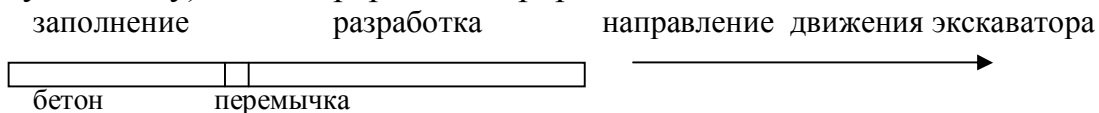
○○○○○○ - пересекающиеся сваи 1 – первая проходка 2 – вторая



Сначала забуриваются скважины первой проходки на расстоянии  $1,5D$  (по осям), потом второй проходкой пробуриваются объединяющие скважины. В скважины опускается арматура и производится бетонирование методом «вертикально перемещающейся трубы» ВПТ.

*Траншейный* способ предусматривает разработку узких траншей специальной землеройной техникой (многоковшовыми экскаваторами, грейфером и др.) с последующим армированием и бетонированием траншей. При этом способе может применяться вертикальная установка (монтаж) в траншее сборных железобетонных плит.

Траншеи могут разрабатываться двумя проходками (аналогично свайному способу) или непрерывной прорезью с секционным заполнением.



Технология «стена в грунте» применяется для сооружений любой длины и конфигурации. В качестве захватки принимается секция бетонирования. Длина секции зависит от производительности бетоноукладочного комплекса.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два метода возведения «стен в грунте».

**Сухой** – применяется в сухих, маловлажных грунтах, без применения глинистых растворов.

**Мокрый** – применяется с водонасыщенных, неустойчивых грунтах. Устойчивость стенок выемок и траншей обеспечивается заполнением их глинистыми растворами с *тиксотропными* свойствами. Тиксотропность – способность раствора загустевать в состоянии покоя и сдерживать стенки от обрушения, а при динамических воздействиях разжижаться. Глинистый раствор готовится из бентонитовых глин на глиномешалках, с добавлением химических реактивов(соды, крахмала, ССБ и др.). После очистки от песка и крупных включений раствор перекачивается в ёмкости для хранения (объёмом до 10м<sup>3</sup>), откуда поступают в траншею (скважину). После использования раствор направляется в ёмкость-отстойник, узел очистки (вибросита) и на повторное использование. Обычно используется *глинопорошок* заводского изготовления.

#### **Очередность производства работ:**

##### Сухой способ

1. Разбивка участка на захватки (по производительности землеройного оборудования) – 3...6м длиной.
2. Разработка грунта с устройством форшахты (укрепление верха траншеи).
3. Заполнение выемки проектным материалом (бурунабивные сваи, сборные железобетонные элементы, монолитный бетон с армированием).

##### Мокрый способ

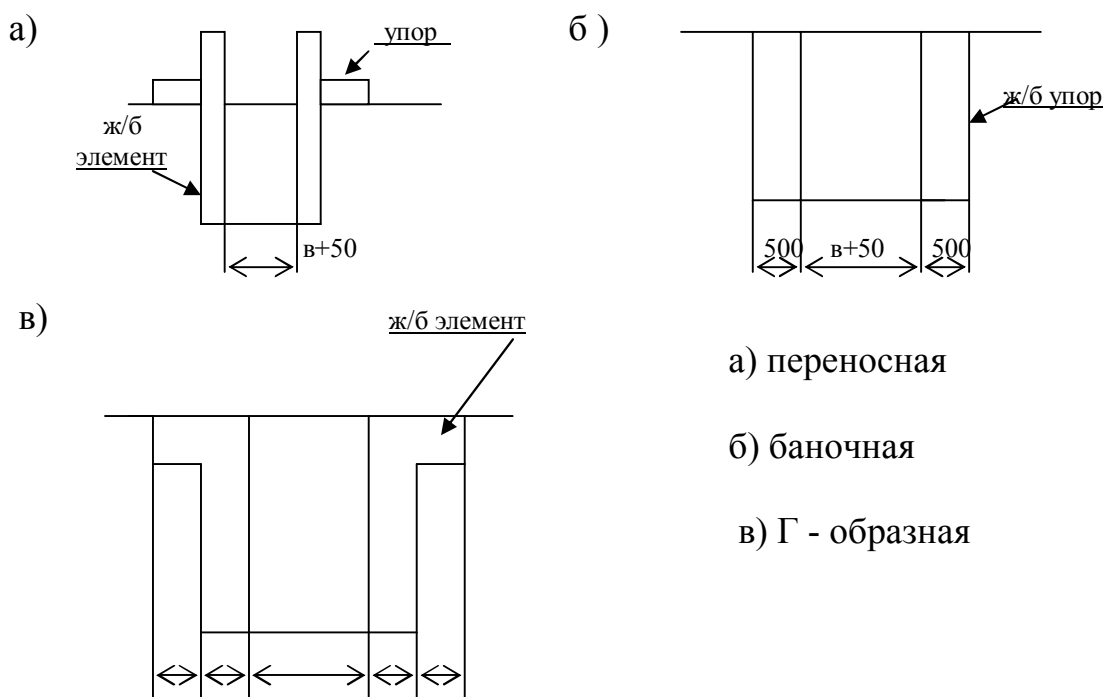
1. То же, с учётом :
  - а) обеспечения устойчивости траншей;
  - б) принятой интенсивности производства работ;
  - в) используемых типов машин;
  - г) конструкции и назначения «стен в грунте».

2. Разработка грунта с установкой перемычек между захватками экскаватором «обратная лопата», грейфером, роторным рабочим органом, буровой установкой .
3. Нагнетание тиксотропного раствора с помощью грязевых и центробежных насосов производительностью 6...200м<sup>3</sup>/час (вместе с разработкой грунта).
4. Арматурные работы.
5. Опускание в траншею бетонолитных труб и бетонирование методом ВПТ (вертикально-перемещаемой трубы).
6. Монтаж сборных элементов (как вариант).
7. Откачка насосами отработанного тиксотропного раствора, очистка и вторичное использование.
8. Разработка котлована (или другое инженерное мероприятие по проекту).

При использовании мокрого метода необходимо учитывать следующее:

- инженерно-геологическое строение должно быть изучено на глубину  $1,5H+5м$ , где  $H$  – глубина заложения основного сооружения. Рекомендуемая сетка скважин 20х20м (для линейных сооружений через 20м);
- мокрый способ не применим при наличии грунтов с кавернами, пустотами, илистых, рыхлых, насыпных; если в грунте имеются обломки строительных конструкций, металл, выходы скалы; при небольших глубинах котлована (до 3...5м), если можно использовать более простые и дешёвые способы разработки котлована;
- наличие грунтов или его прослоек, разрабатываемость которых выше технологических возможностей землеройной техники.

#### Конструкции крепления верха траншей (форшафт)



а) переносная

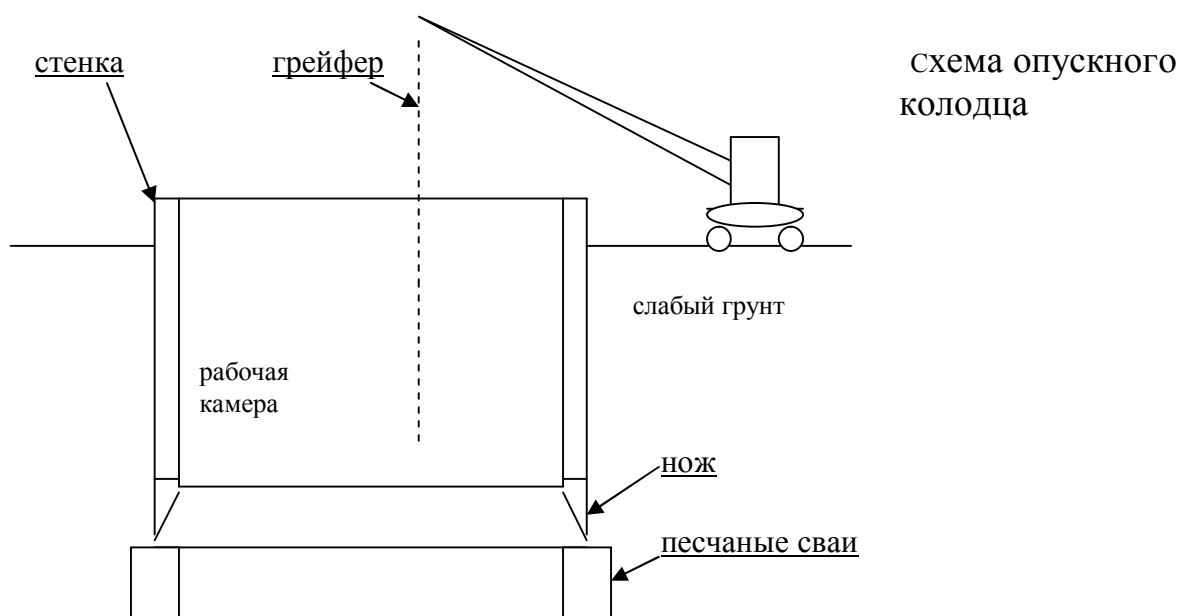
б) баночная

в) Г - образная



#### 4.2.2. Технология устройства опускных колодцев.

При строительстве сооружений иногда возникает необходимость устройства мощных или глубоко заложённых фундаментов в сложных гидрогеологических условиях. В этом случае прибегают к устройству опускных систем. *Опускная система* – ограждающая конструкция в виде бетонной, железобетонной или металлической оболочки, погружаемой в грунт, внутри которой создаётся рабочее пространство для ведения строительно-монтажных работ. Опускные системы выполняются в виде опускных колодцев или кессонов. *Опускные колодцы* – открытые сверху и снизу полые, как правило массивные, конструкции, погружаемые под действием собственного веса по мере удаления из полости грунта. *Кессоны* – тонкостенные конструкции, имеющие сверху герметичное перекрытие, образующее рабочую камеру с избыточным давлением, позволяющим работать под водой. Технология производства работ у опускных колодцев и кессонов схожая, поэтому рассмотрим только опускные колодцы.



Производство работ по устройству опускных колодцев разбивается на несколько циклов (строительных технологических комплексов):

1. Устройство основания под ножевую часть.
2. Бетонирование ножевой (опорной) части и нижнего яруса опускного колодца.
3. Нарращивание стенок опускного колодца.
4. Гидроизоляция стенок опускного колодца.
5. Опускание колодца.
6. Бетонирование днища опускного колодца.

##### Основание под ножевую часть.

При сооружении опускного колодца на слабых или неоднородных грунтах на предварительно спланированную площадку отсыпается песчаная подушка толщиной 0,3- 0,6м или устраиваются буровые песчаные (гравийные)

сваи. Песчаные материалы отсыпаются слоями 0,2 м (подушка)...0,5м (сваи) с обязательным уплотнением. Бурение скважин под сваи производится буровыми станками по технологии принятой в ППР. Засыпка песчаной смеси в скважину ведётся через бункер-воронку, после отсыпки смесь увлажняется (для повышения эффекта уплотнения).

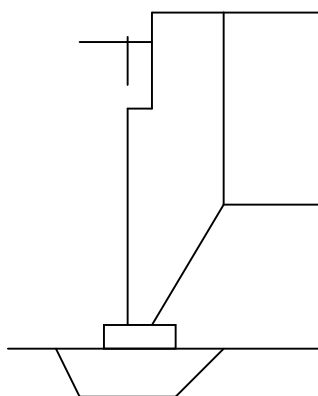
Для уменьшения и равномерной передачи на поверхность грунта давления от первого яруса опускного колодца до начала работ по его бетонированию (монтажу) под ножевую часть должно быть подготовлено специальное временное основание в виде деревянных, бетонных, железобетонных подкладок, сегментов, колец или других опорных конструкций.

Поперечные деревянные подкладки укладываются по периметру ножа кольца на предварительно выполненную песчаную подушку. Подкладки могут быть выполнены из окантованных брёвен или брусьев. Длина подкладок ( $L_{п}$ ) принимается в зависимости от толщины стен ( $B_{ст}$ ) опускного колодца :

$$L_{п} = B_{ст} + (0,5...1м),$$

Железобетонное опорное кольцо выполняется разрезным (участками не более 1,5м) по песчаной подушке. Ширина железобетонного кольца составляет 0,8...1,2м.

#### Бетонирование опорной части.



Опорная часть опускного колодца является самой ответственной конструкцией, поэтому её изготовление выделяется в отдельный цикл. Конструктивно это нижний ярус колодца с выступом (12...15см), который обеспечивает полость с наружной стороны, которая используется для технологических потребностей (создание тиксотропной рубашки). В любом случае опорная часть изготавливается из монолитного железобетона. Нижний торец колодца (нож) представляет собой стальной скошенный элемент, связанный с арматурой.

Перед началом бетонирования устанавливается разборно-переставная опалубка или тонкостенные плиты-оболочки (несъёмная опалубка). Арматурные работы начинаются после установки внутренней стороны опалубки, а заканчиваются с установкой верхнего яруса наружной стороны опалубки. Бетонирование производится стандартными методами (технологиями) на основе комплексной механизации бетоноукладочных работ. Предпочтение следует отдавать современным высокопроизводительным машинам (автобетононасосам с телескопическими стрелами).

Распалубливание разрешается после приобретения бетоном 70% прочности.

## **Наращивание стенок опускного колодца**

После изготовления опорной части производится начальное погружение колодца. В этот период отрабатывается и уточняется технология производства работ и принятая схема механизации.

Дальнейшее наращивание стенок опускного колодца производится в соответствии проектом: путём монолитного бетонирования стенок или монтаж сборных железобетонных элементов.

В зависимости от местных условий и объёмов работ приготовление бетонной смеси может производиться на центральном бетонном заводе или в непосредственной близости от опускного колодца. На современном этапе строительства наиболее предпочтительно применение мобильных бетонных заводов различной производительности и комплектации. Транспортирование смеси производится автобетоновозами или в контейнерах (на небольшое расстояние). Доставка смеси к месту укладки ведётся бетононасосами или кранами в бадьях.

Бетонирование стен ведётся по ярусам отдельными блоками по длине яруса или последовательно по всему периметру. В обоих случаях бетонирование должно производиться послойно, слоями толщиной 25-50см, но не больше чем 1,25 длины рабочей части вибратора. Толщина слоёв выбирается в зависимости от интенсивности бетонирования и своевременного перекрытия слоёв бетонирования. Наращивание и разбор опалубки решается в ППР, так как зависит от принятой опалубочной системы.

Стенки опускных колодцев из сборных железобетонных элементов конструктивно выполняются из пустотных блоков, заполняемых бетоном или из вертикальных сплошных панелей. Для закрепления железобетонных элементов в верхней части опорного яруса устраивается паз, в который и устанавливаются элементы. Монтажные работы ведутся при помощи гусеничных, пневмоколёсных или башенных кранов. Для обеспечения вертикальности при монтаже панелей, для фиксации элементов и временного раскрепления применяют специальные кондукторы.

Дальнейшее опускание колодца производят только после достижения бетоном омоноличивания проектной прочности и устройства гидроизоляции.

### **Гидроизоляция стенок**

Гидроизоляция стенок опускных колодцев должна выполняться до их опускания. Конструктивно (в зависимости от назначения) гидроизоляция может быть металлическая, торкрет-гидроизоляция, пропиточная синтетическими составами.

Металлическая выполняется с внутренней стороны колодца и при бетонировании может служить опалубкой.

Торкрет-изоляция наносится в несколько слоёв специальными агрегатами (марка цемента не ниже 400) по технологии установленной в ППР.

Пропитка осуществляется в несколько приёмов.

### **Погружение колодца.**

Погружение опускных колодцев в грунт является наиболее сложным и ответственным процессом при их строительстве. Перед погружением необходимо провести распалубочные работы, снять колодец с искусственного основания (подкладок), установить землеройное водоотливное и другое специальное оборудование. Последовательность удаления подкладок должна быть такой, чтобы не произошло перекоса кольца. При погружении грунт разрабатывается слоями равномерно по всей площади колодца.

Сухие грунты разрабатываются землеройной техникой внутри колодца и удаляются краном-грейфером или в бадьях. Обводнённые грунты разрабатываются средствами гидромеханизации (землесосом, гидромонитором) или с водоотливом. В этом случае предусматривается система водоотвода с мощными насосами. В практике строительства часто применяют водопонижение иглофильтровыми установками.

Систематический контроль за погружением колодца ведут с помощью рисков, нанесённых на стенки или нивелировочных контрольных реек, закреплённых по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров кольца. Колодцы при погружении могут накреняться, поэтому проверку вертикальности следует производить на всех этапах погружения.

С целью уменьшения трения по наружной поверхности стен возможно применять способы нагнетания тиксотропного раствора, устройства полимерных покрытий и обмазок (снижают трение на 25...50%).

Кроме способа естественного погружения под действием собственного веса используют более прогрессивный (но более дорогой) способ принудительного погружения с помощью домкратов (вдавливания).

### **Устройство днища.**

Устройство днища опускного колодца является завершающей операцией. При сухих грунтах производится бетонирование по щебёночной подготовке и гидроизоляция металлическими листами.

При разработке рыхлых водонасыщенных грунтов возможны наплывы грунта из под ножа, что затрудняет устройство днища. В этом случае вначале устраивают бетонную подушку, укладываемую методами подводного бетонирования: восходящего раствора или вертикально перемещающейся трубы. После набора её бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают и под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию, а затем насухо бетонизируют днище.

## 5. Возведение каменных зданий

### 5.1. Общие положения

Под каменными подразумеваются здания, в которых основным конструктивным материалом являются природные и искусственные камни (кирпич, шлакоблоки, пилёный камень и др.). Наиболее распространённым типом зданий являются – кирпичные, поэтому дальнейшее рассмотрение темы произведём на примере кирпичных зданий.

Кирпич и керамические камни выпускают полнотелыми и пустотелыми пластического и полусухого прессования. В зависимости от размеров изделия подразделяют на: (таблица 5.1).

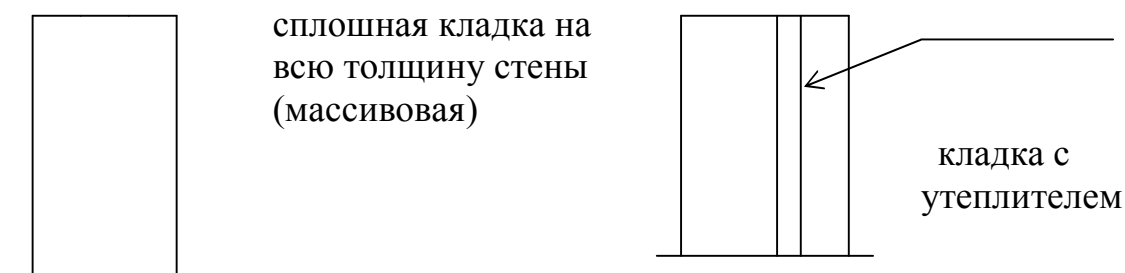
таблица 5.1

Наименование изделия	Размеры, мм.
Кирпич обыкновенный	250x120x65
Кирпич утолщённый	250x120x88
Кирпич модульный	288x138x63
Камни керамические	250x120x138
Камни керамические модульных размеров	288x138x138
Камни керамические укрупнённые	250x250x138
Камни керамические с горизонтальным расположением пустот	250x250x120 250x200x80

Кирпич и камни керамические применяются для возведения наружных и внутренних стен, облицовок, перегородок, колонн, лифтовых шахт, лестничных клеток и др. Кирпичные конструкции могут быть *несущими*, воспринимающими нагрузку от покрытий и перекрытий и передающие её на фундамент и *самонесущими* (несущими нагрузку только от собственной массы).

В зависимости от нагрузки и условий работы для обеспечения устойчивости и повышения несущей способности отдельных элементов (столбов, стенок, простенков) их усиливают стальной арматурой. В кладке арматуру размещают в горизонтальных швах, при этом защитный слой раствора должен быть не менее 4мм.

Наружные стены выполняются различных конструктивных схем:



Внутренние стены выполняются из сплошной кладки (толщиной 1 или 1,5 кирпича) и служат, главным образом, для опирания перекрытий. Перекрытия обычно устраиваются из сборных железобетонных плит (панелей). Для нестандартных пролётов делаются монолитные перекрытия по профилированному настилу. Помещения внутри зданий разделяются перегородками, чаще всего каркасного типа. Отделочные и специальные работы отличаются большим разнообразием и выполняются по «дизайн-проектам».

## 5.2 Технологическая модель возведения каменных зданий.

Таблица 5-2

Цикл	Наименование процессов	Очередность выполнения работ
Подземная часть	<p>Устройство котлована (траншей) под фундаменты.</p> <p>Устройство фундаментов.</p> <p>Устройство подвалов и подземных сооружений.</p>	
Надземная часть	<p>Каменная кладка несущих и ограждающих конструкций.</p> <p>Устройство перегородок.</p> <p>Монтаж сборных конструкций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементы лестничных клеток,</li> <li>- плиты перекрытий,</li> <li>- лифты, мусоропроводы.</li> </ul>	
Кровли (крыши)	<p>Устройство чердаков, мансард, крыш и кровель.</p>	
Отделочные и специальные работы	<p>Отделочные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- штукатурные,</li> <li>- малярные,</li> <li>- плиточные,</li> <li>- столярные,</li> <li>- устройство полов.</li> </ul> <p>Специальные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1этап,</li> <li>- 2этап.</li> </ul>	
	<p>Прочие (устройство лесов, подача материалов, сварка и др.)</p>	<p>Выполняются в соответствии с ППР</p>

### 5.3 .Устройство подземной части

При устройстве подземной части (нулевого цикла) каменных зданий выполняются следующие процессы:

- разработка котлована или траншей под фундаменты;
- монтаж сборных, устройство свайных или монолитных железобетонных фундаментов;
- устройство подвалов и дренажей ;
- устройство вводов инженерных сетей;
- гидроизоляционные работы по фундаментам и стенам подвала;
- устройство оснований и подготовок под полы по грунту;
- монтаж перекрытий над подвалом;
- обратная засыпка с уплотнением пазух фундаментов.

Стоимость работ нулевого цикла в среднем составляет до 20% стоимости строительства, а трудозатраты – до 30% общих трудозатрат.

#### Устройство фундаментов

Для каменных зданий устраиваются бутобетонные, сборные бетонные, монолитные железобетонные, свайные фундаменты.

*Бутобетонные* фундаменты ленточного типа выполняются из бутового камня на растворе марки 50 и выше или с заполнением бетоном. Работы выполняются вручную в траншее, пионерным способом, с разбивкой на деланки 5 – 10м. Этот тип фундаментов применяется в малоэтажном строительстве при наличии качественных местных материалов (сортированного камня) и достаточно прочного грунтового основания.

*Сборные бетонные* – основной тип фундаментов для каменных зданий. В зависимости от сложности (конфигурации в плане) фундаментов под них разрабатывается траншеи или котлован. Отрывка котлована выполняется ковшом вместимостью 0,25...1,0м<sup>3</sup>. Вид сменного оборудования зависит от габаритов котлована, категории грунта и гидрогеологических условий. Недобор грунта должен составлять 10см и подчищается вручную. В зданиях, имеющих протяжённость до 4<sup>x</sup> секций экскавация грунта планируется в одну захватку, а для более протяжённых в две и более. В этом случае монтаж фундаментов на первой захватке начинается после механизированной разработке грунта на первой захватке. Монтаж ведётся вместе с ручной доборкой грунта и устройством подсыпки (песчаной или щебёночной) под подушки фундаментов. Обычно в период монтажа первого курса блоков выполняется дренаж.

*Монолитные железобетонные* фундаменты в современном кирпичном домостроении конструируются под большие нагрузки на основание. Выполняются они в виде плит, реже – ленточные, с подушками разной (по расчёту) ширины. Опалубка применяется разборно-переставная. Наиболее производительный бетоноукладочный комплекс: автобетоносмеситель – автобетонона-

сос. Разбивка на блоки бетонирования производится в ППР (из расчёта укладки  $20 - 30\text{ м}^3$  бетонной смеси в час и количества комплектов опалубки).

*Свайные фундаменты* проектируются в виде железобетонного ростверка по призматическим сваям 30x30, 35x35 или 40x40 расчётной длины. При технологическом проектировании следует принимать многозахватную систему организации работ. Оптимальный вариант – 6 захваток (по числу процессов): погружение свай, срезка и подготовка голов, зачистка основания ростверка, опалубка и армирование, бетонирование, выдержка и уход за бетоном, распалубка. Погружение свай производится забивкой или вибропогружением.

### **Устройство подвалов и остальные работы.**

Устройство подвалов (на этапе нулевого цикла) заключается в возведении стен, перегородок и фундаментов под оборудование. Стены из сборных элементов монтируются автокраном с бровки котлована звеном монтажников. При больших объёмах работ организуется комплексная бригада из нескольких звеньев (и кранов). Монолитные стены выполняются по правилам производства бетонных работ.

После выведения стен подвала до отметок перекрытия открывается фронт работ по выполнению гидроизоляции и устройству перегородок. Если по проекту необходима вертикальная внутренняя гидроизоляция (штукатурная или листовая), то она выполняется в первую очередь. Наружная оклеечная вертикальная гидроизоляция выполняется вручную по захваткам, с устройством кирпичной прижимной стенки. Для устройства обмазочной гидроизоляции рекомендуется использовать автогудронаторы. Горизонтальная гидроизоляция выполняется по верхнему обрезу фундаментов перед началом каменной кладки.

Перегородки могут иметь разнообразное конструктивное исполнение и устраиваются по технологической необходимости и возможности.

Устройство выпусков и вводов коммуникаций (водопровод, водоотведение, тепло и горячая вода, электрокабели, связь) выполняют до перекрытия подвала и обратной засыпки. Коммуникации, укладываемые в грунт должны быть заключены в лотки и выполнены до устройства полов.

Засыпка пазух котлована изнутри и подсыпку под полы выполняют обычно после монтажа первого курса стеновых блоков (в уровне пола или немного выше) и планируют в графике параллельно монтажу стен. Засыпку производят лёгким бульдозером, конвейером или грейфером монтажного крана. Разравнивание и уплотнение грунта засыпки выполняют вручную. После подсыпки можно устраивать основания под полы, а если есть возможность и необходимость то и чистовые полы.

Монтаж перекрытий планируют после окончания бетонных полов в подвале.

Завершаются работы по устройству подземной части обратной засыпкой пазух фундаментов снаружи механизированным способом. Для защиты фундаментов от атмосферных осадков выполняется отмостка.



## 5.4. Организация каменных работ.

При возведении кирпичных зданий, в зависимости от этажности и общих объёмов строительно-монтажных работ, используются последовательный, параллельный и поточный методы организации строительства. Для многоэтажных зданий основной метод – поточный, в основу которого положены следующие принципы:

- выполнение всего комплекса работ по захватно-ярусной системе;
- разделение комплексного процесса кладки на составляющие процессы с собственными специализированными звеньями;
- последовательное по захваткам и ярусам выполнение процессов специализированными звеньями постоянного состава в одинаковом темпе;
- переход звеньев с захватки на захватку через равные промежутки времени, называемые *шагом потока*;
- обязательная увязка каменной кладки и монтажа сборных конструкций на каждой захватке.

Процесс возведения многоэтажного каменного здания осуществляется комплексной бригадой, состоящей из звеньев каменщиков, монтажников, плотников, такелажников, транспортных рабочих. Количественный и квали-фикационный состав бригады (и звеньев) определяется в ППР и зависит от фронта работ, принятых способов производства работ, сроков строительства, производительности рабочих и машин. Ведущие звенья – каменщиков или монтажников (каркасные здания с каменными стенами). Численность комплексной бригады 20...40чел.

При поточном выполнении каменной кладки основные пространственные параметрами имеют свою специфику.

Захватка – повторяющаяся часть здания в плане с приблизительно равными на данном и последующими участками (секция, полусекция) объёмами работ, выделенная бригаде каменщиков на целое число смен.

Делянка – часть захватки, составляющая её кратную часть, отводимую звену каменщиков для бесперебойной работы в течении расчётного числа смен.

Ярус – часть здания, условно ограниченная по высоте, выделенная бригаде каменщиков на целое число смен (обычно один этаж). За ярус принимается и часть этажа, выделяемая звену каменщиков для работы в течении одной смены на одном уровне (без подмащивания).

Число делянок и их размеры устанавливаются расчётом в технологической карте на каменные работы.

$$L = Ntq / 100ahS , \quad \text{где:}$$

$L$ – длина делянки, м.
$N$ – численность звена, чел.
$t$ – длительность смены
$q$ – процент выполнения норм
$a$ – толщина стены, м.
$h$ – высота яруса, м.
$S$ – норма времени на $1\text{м}^3$ кладки, чел.-час

Ориентировочные размеры делянок см. таблица 5.3

Таблица 5-3

Вид кладки: простая, в два кирпича (510 мм.)	Длина делянки м.
Звено «двойка»	12...17
«тройка»	19...25
«пятёрка»	24...40

Высота яруса кладки назначается в пределах 0,8...1,4м. Кладку первого яруса каменщики выполняют с земли (перекрытия), а последующих с подмостей различных конструкций. При высоте яруса-этажа более 4м каменная кладка ведётся с лесов.

Количественный состав бригады каменщиков определяется объёмом каменной кладки на ярусе (этаже) и нормами времени на производство работ (ЕНиР, сб.3 «Каменные работы»).

Количество рабочих в бригаде (Р) определяется по формуле:

$$P = \frac{Q}{t_0} \quad \text{где, } Q - \text{трудоёмкость, человек- час.}$$

$t_0$  – продолжительность возведения яруса, час.  
(обычно принимается одна смена)

$$Q = W \times T^n \quad \begin{array}{l} W - \text{объём работ (каменной кладки), м}^3; \\ T^n - \text{норма времени, человек- час.} \end{array}$$

При определении норм времени следует учитывать:

- степень сложности кладки (простая, средней сложности, сложная, особо сложная);
- проёмность стен (отношение площади проёмов к расчётной площади стены);
- толщину стен.

Бригада каменщиков должна иметь фронт работ равный протяжённости всех стен на захватке. Каждое звено имеет свой фронт работ – **делянку**.

Длину делянки ( $L_a$ ) можно рассчитать по формуле:

$$L_{\phi} = \frac{P_{зв} \times C \times K_{пр} \times K_{н}}{H_{вр} \times B \times h} \quad \text{где, } P_{зв} - \text{численный состав звена, чел.}$$

$C$  – продолжительность смены, час.  
 $K_{пр}$  – коэффициент проёмности ( $\geq 1$ )  
 $K_{н}$  – коэффициент нормативности  
 $H_{вр}$  – норма времени  
 $B$  – толщина кладки  
 $h$  – высота яруса кладки, выполняемой за одну смену .

## Поточное производство строительного-монтажных работ.

Основная особенность возведения многоэтажных зданий с кирпичными стенами состоит в сочетании выполнения монтажных и каменных работ. Оба этих процесса неразрывно связаны между собой и могут выполняться параллельно или с разрывом во времени.

Специфика этих работ в том, что их выполнение связано с соблюдением необходимых технологических перерывов. Монтаж очередного этажа каркасного здания разрешается производить только после достижения бетоном, используемым для омоноличивания стыков, узлов и швов перекрытий, не менее 70% проектной прочности. Восприятие внешней нагрузки на кладку можно допустить только после набора ей 50% проектной прочности.

Возведение каменных зданий должно осуществляться поточными методами, предусматривающими деление зданий на несколько одинаковых по трудоёмкости захваток: одно-, двух-, трёхзахватной системам.

Однозахватная система организации работ применяется преимущественно при строительстве небольших в плане односекционных домов. В этом случае кладку ведут на всю высоту этажа при трёхярусном членении. Каменную кладку и монтаж ведут каменщики, освоившие профессию монтажника. В первую смену на этаже выполняют нижний ярус каменной кладки. Во вторую смену устанавливаются подмости, подаётся кирпич и другие расходные материалы, ведутся другие вспомогательные работы. Через 2-3 дня (в зависимости от количества ярусов кладки на этаже), после завершения кладки верхнего яруса этажа состав бригады перегруппировывается в монтажные звенья по 4-5 человек, которые в 2-3 смены ведут монтажные работы.

Двухзахватная система является наиболее распространённой и применяется в массовом строительстве двух-, трёх- и четырёхсекционных зданий. Особенно удобно применять эту систему при высоте этажа до 3<sup>х</sup> м (при двух ярусах кладки). Основные рабочие процессы: каменная кладка, монтаж сборных ж/бетонных конструкций, устройство перегородок, установка и перестановка подмостей, подача расходных материалов.

Последовательность производства работ:

- фронт работ (ярус-этаж) разбивается на две, примерно равные по трудоёмкости захватки;
- на первой ведутся каменные работы (бригадой каменщиков);
- на второй производится монтаж сборных конструкций (звено монтажников), перестановка подмостей, доставка кирпича.

Такой порядок сохраняется на всех этажах здания. Бригада каменщиков и звено монтажников одновременно заканчивают работы на этаже. Строительно-монтажные работы организуются в одну, две или в три смены.

Продолжительность кладки на этаже при работе каменщиков только в первую смену подчиняется зависимости:  $T_{кл} = N_з \times N_у \times N_я$  где:

$N_z$  – число захваток,  $N_y$  – количество монтажных участков,  $N_x$  – ярусы на одной захватке.

Трёхзахватная система применяется при строительстве зданий большой протяжённости (пяти- и шестисекционные дома). Здание в плане разбивают на три равные по трудоёмкости захватки. На одной каменщики ведут кладку, на второй плотники устанавливают подмости, а на третьей захватке монтажники ведут монтаж сборных конструкций.

Организация строительно-монтажных работ подразумевает индивидуальный подход к каждому объекту, который отражается в проектах производства работ.

### **5.5. Особенности монтажа сборных конструкций.**

Одновременно с кладкой стен осуществляют монтаж перегородок, прогонов, элементов лестничных клеток, панелей перекрытий, балконных плит и других конструктивных элементов, а также установку дверных и оконных блоков. Сборные элементы монтирует звено монтажников, входящих в комплексную бригаду по возведению здания.

После возведения стен в пределах захватки на высоту этажа монтируют прогоны на заранее подготовленные места. Уложенный прогон выверяют по величине опирания, вертикальности боковых граней и правильности положения продольной оси.

Лестничные площадки монтируют по мере достижения монтажных отметок. По лестничным площадкам укладывают лестничные марши.

Крупнопанельные перегородки (размером на комнату) устанавливают после окончания каменной кладки верхнего яруса. Устойчивость перегородок обеспечивается креплением их к стенам *закрепками* или закладкой в паз кирпичной стены. Мелкоразмерные и каркасные перегородки выполняются в период отделочных работ.

Панели и плиты перекрытий над этажом монтируют после установки на место всех сборных элементов этажа: лестничных площадок и маршей, прогонов, балок, сборных перегородок, сантех кабин и др. Последовательность монтажа определяется в ППР (технологической карте). Панели и плиты после укладки закрепляют, а швы омоноличивают вручную или механизированным способом.

Балконные плиты устанавливают после монтажа перекрытий до начала возведения стен следующего этажа. После временного закрепления плиты инвентарным приспособлением закладные части плиты свариваются с плитами междуэтажного перекрытия. Инвентарные приспособления снимаются только после возведения стен вышележащего этажа.

Сантехкабины и тубинги лифтовых шахт устанавливают до монтажа плит перекрытий, а элементы мусоропровода после установки плит.

В технологической карте на монтаж сборных элементов обязательно указывается очередность их монтажа на ярусе (этаже), номенклатура и

количество временных инвентарных приспособлений, монтажные механизмы, приспособления и такелаж.

## **5.6. Специальные работы.**

К специальным работам относятся процессы монтажа санитарно-технических систем и электротехнического оборудования внутри здания.

Специальные работы выполняются в увязке с общестроительными и отделочными работами. До начала этих работ должно быть возведено не менее двух этажей, остеклены окна, обеспечена температура в помещениях не ниже 5<sup>0</sup> С, выполнены монтажные отверстия и борозды, оштукатурены поверхности в местах установки оборудования (отопительные приборы, электро шкафы, ванны и др.).

Специальные работы осуществляют параллельно между собой в два этапа:

1 этап – до штукатурных работ, с отставанием от каменной кладки на два этажа ( с обязательным устройством перекрытий). Работы этого периода планируются по захваткам с шагом, равным ритму монтажа этажа.

2 этап – начало работ для санитарно- технических и электромонтажных работ не совпадают, так как эти работы связаны с различной готовностью сопутствующих отделочных работ. Работы этого этапа выполняются вне потока – без деления на захватки, но должны быть завершены к сроку окончания отделки.

### **Состав санитарно- технических работ:**

- 1 этап – монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления (с монтажом приборов) и газоснабжения. После опрессовки систем отопления и водоснабжения (оформляемой актом) отверстия в стенах и перекрытиях заделываются бетоном.
- 2 этап – установка санитарно-технических и газовых приборов. Работы начинаются после первого цикла отделочных работ, когда в санузлах и кухнях закончена подготовка под последнюю окраску. При отсутствии сантехкабин ванны устанавливаются и подсоединяются, как правило, на 1 этапе работы после устройства плиточных полов до облицовки стен ванных помещений. В конце этапа приборы укомплектовываются запорной арматурой и их готовность к эксплуатации подтверждается актом. Все санитарно-технические работы выполняет одна бригада.

### **Состав электромонтажных работ**

- 1 этап – разметка трасс; разбивка и сверление гнёзд, штраб и борозд; прокладка стояков, труб и рукавов для скрытой проводки; раскладку проводов с частичной заделкой в стены и под полами; установка контактных устройств (распаячные коробки, электрошкафы и др.). Комплекс работ завершается затяжкой

проводов, прокладкой кабелей в подвалы, сборкой, пайкой и проверкой собранной схемы. В этот период обеспечивается рабочее освещение объекта (для отделочных работ).

2 этап – начинается после окраски потолков и заканчивают после окраски (оклейки) стен. На этой стадии монтируются патроны, выключатели, розетки, подвешиваются светильники. Работы выполняют вне потока, без деления на захватки.

По окончании отделочных работ выполняют слаботочные разводки (радио, телеспуск, противопожарная сигнализация).

К специальным работам можно отнести и монтаж лифтов, который осуществляется специализированными организациями. Монтаж лифтов планируется в совмещённом плане производства отделочных, специальных и монтажных (по технологическому оборудованию) работ.

## **5.7. Отделочные работы.**

До начала отделочных работ должны быть выполнены: общестроительные работы, 1 этап специальных работ, установлены подъёмники для подачи отделочных материалов, выполнены временное водоснабжение и электро снабжение, остеклены окна, подготовлены бытовые и складские помещения.

Штукатурные работы выполняются специализированными бригадами (штукатуров). В зависимости от объёмов работ и сроков выполнения штукатурки занимают сразу весь фронт работ или выполняют работы поточным методом, принимая за захватку этаж здания, перемещаясь с шагом, равным устройству этажа. Штукатурные работы выполняют сначала в санузлах, а затем в комнатах, других помещениях квартиры и на лестничных клетках, что позволяет в короткий срок передать смежникам участки с наиболее узким фронтом работ (санузлы и кухни). После штукатурных работ устраивается цементная стяжка под полы.

Плиточные работы выполняют в одном цикле со штукатурными. По окончании штукатурных работ в санузлах и подготовки под полы облицовывают глазурованной плиткой стены, керамической плиткой настилают полы. После облицовки стен в кухне плиточники переходят к настилке керамических полов на лестничных площадках. По окончании штукатурно-плиточных работ производят остекление внутренних дверей и фрамуг и второе остекление окон.

Малярные работы выполняются в два этапа:

1 этап – шпатлёвка и окраска потолков, окраска лоджий, балконов, наружных откосов окон, подготовка под оклейку обоями и первая окраска стен и столярных изделий. Завершение работ по окраске потолков («раскрытие потолков») открывает фронт для смежных работ: устройство покрытия полов(паркет, линолеум,

половая доска и др.); отделка вертикальных поверхностей; второй этап специальных работ.

2 этап – выполняется окончательная отделка стен (оклейка обоями, плёнкой, вторая окраска, декоративные составы и др.); окончательная отделка деревянных поверхностей (шлифовка паркета, окраска встроенной мебели). Работы этого этапа выполняются без разбивки на захватки, в сжатые сроки непосредственно перед сдачей объекта. При организации работ с делением на захватки неизбежен длительный период, в течении которого трудно поддерживать необходимый температурно- влажностный режим, что может привести к снижению качества работ.

Основные параметры технологического режима:

- в процессе работ влажность (W) должна быть не выше 70%;
- температура окружающего воздуха не ниже 10<sup>0</sup> С;
- влажность материала при малярных работах – 8...12%;
- после завершения отделочных работ температура в помещениях должна поддерживаться выше 10<sup>0</sup> С.

Совмещение штукатурных и плиточных, малярных и паркетных, малярных и специальных работ достигается разделением фронта работ в пределах секции, этажа, квартиры. Так, если в одном помещении идёт оклейка, то в другом можно настилать полы.

## 5.8. Механизация строительно-монтажных работ.

Основой повышения производительности труда при возведении каменных зданий является комплексная механизация строительно-монтажных работ. Основные группы машин и механизмов отражены в таблице 5-4

Основные машины и механизмы.

Таблица 5-4

Группы машин и механизмов	Назначение, рабочие функции.	Примечания
Монтажные краны (башенные и стреловые).	А) разгрузка, складирование, перемещение в зону работ кирпича; Б) подача и монтаж сборных конструкций; В) подача раствора в зону работ; Г) подмащивание (перемещение подмостей).	Ведущая машина
Автомобильный транспорт (грузовики, самосвалы, фургоны).	Перевозка кирпича, сборных конструкций, оборудования, расходных материалов и других грузов.	
Машины для бетонных работ (автобетоносмесители, авто бетононасосы,	А) доставка бетонной смеси, раствора на стройплощадку; Б) бетонирование конструкций;	

вибраторы, малая механизация.	В) отделка бетонных поверхностей.	
-------------------------------	-----------------------------------	--

Таблица 5-4 (окончание)

Группы машин и механизмов	Назначение, рабочие функции.	Примечания
Подмости, леса	Подмачивание рабочих мест	Малая механизация
Контейнеры, поддоны, бункеры.	Пакетирование, складирование, доставка к местам использования стройматериалов	То же
Такелаж, грузозахватные приспособления	Строповка, перемещение, опускание строительных конструкций и грузов	То же
Приборы, инструменты	Выполнение технологических операций	То же

При технологическом проектировании составляется нормокомплект средств механизации комплексной бригады (на основе параметров здания: секция, этажность). Нормокомплекты составляются для каменщиков-монтажников и отделочников отдельно.

### 5.9. Контроль качества строительного-монтажных работ.

Контроль качества строительного-монтажных работ осуществляется на основании и в соответствии со следующими нормативными документами:

- СНиП 3.01.01. – 85\* «Организация строительного производства»;
- СНиП 3.01.03 – 84 «Геодезические работы в строительстве»;
- СНиП 3.03.01 – 87 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СНиП 12.03. – 02, СНиП 12.04. – 02 «Безопасность труда в строительстве. Части 1 и 2».

Входному контролю подлежат проектно-сметная документация и применяемые строительные материалы, конструкции и изделия.

Контроль проектно-сметной документации осуществляется на стадии приёма проекта заказчиком в органах вневедомственной экспертизы.

По каменным конструкциям, в частности, проверяются:

- соответствие нормативным требованиям каменных материалов (по прочности, морозостойкости, геометрическим характеристикам);
- виды и характеристики растворов;
- конструктивные типы кладки, система перевязки швов;
- армирование кладки, арматурные изделия;
- конструктивные решения фасадов, цоколей.

В проекте производства работ следует проконтролировать наличие в технологических картах мероприятий по организации и технологии СМР в зимнее время.



Входной контроль за строительными материалами на строительной площадке заключается в проверке паспортных данных на каждую партию кирпича, сборного железобетона, арматурных изделий. Бетонная смесь и строительные растворы должны проверяться лабораторией на соответствие проектным параметрам.

Оперативный контроль ведётся в процессе строительного- монтажных работ в соответствии со схемами пооперационного контроля.

Особое внимание при ведении каменных работ следует обращать на:

- контроль горизонтальности слоёв кладки;
- соблюдения заданной толщины швов (10...15мм.), полное заполнение их раствором;
- соблюдение технологии кладочных работ;
- правильное (проектное) устройство деформационных швов
- соблюдение технологии кладки архитектурных деталей (карнизов, свесов, пилонов, пилястр и др.);
- строгое соблюдение правил армирования кладки;
- соблюдение проектных размеров ослаблений кладки (проёмы, ниши, штрабы, борозды);
- выполнение проектных решений по производству работ в зимнее время года;
- ведение достоверной исполнительной технической документации.

Приёмочные работы по каменной кладке должны быть завершены до начала штукатурных работ. Проверяется плановое и высотное положение, геометрические размеры конструкций.

Допускаемые отклонения (по СпиПЗ.03.01.-87 табл.34):

- - толщина конструкций - 10...30мм;
- - отметки обреза - 10...25мм;
- - ширина простенков - (- 15...20мм);
- - ширина проёмов - 15...20мм;
- - отклонение по вертикали - 5...20мм (на один этаж);
- - отклонение по горизонтали - 15...30мм (на 10м длины).

Элементы каменных конструкций, скрытые в процессе производства строительного-монтажных работ, в том числе:

- места опирания ферм, прогонов, балок, плит перекрытий на стены, столбы и пилястры и их заделка в стены;
- закрепление в кладке сборных железобетонных изделий (карнизов, балконов и других консольных конструкций);
- закладные детали и их антикоррозийная защита;
- уложенная в каменные конструкции арматура;
- швы (осадочные, формационные, антисейсмические);
- гидропароизоляция кладки,

принимаются по документам удостоверяющим их соответствие проекту и нормативно-технической документации – актам на скрытые работы.



## 6. Монтаж крупнопанельных зданий.

### 6.1. Общие сведения.

Технология возведения крупнопанельных зданий зависит от архитектурно-планировочных решений, конструктивных схем и назначения зданий. Основу зданий составляют панели стен и перекрытий. В строительной практике нашли применение следующие крупнопанельные системы зданий:

- с поперечными несущими стенами двух схем: с узким шагом – до 4,2м и широким шагом – до 9м;
- с продольными несущими стенами;
- комбинированная (смешанная) система – с поперечными и продольными несущими стенами. В этом случае панели перекрытия опираются как по двум сторонам, так и на три или четыре.

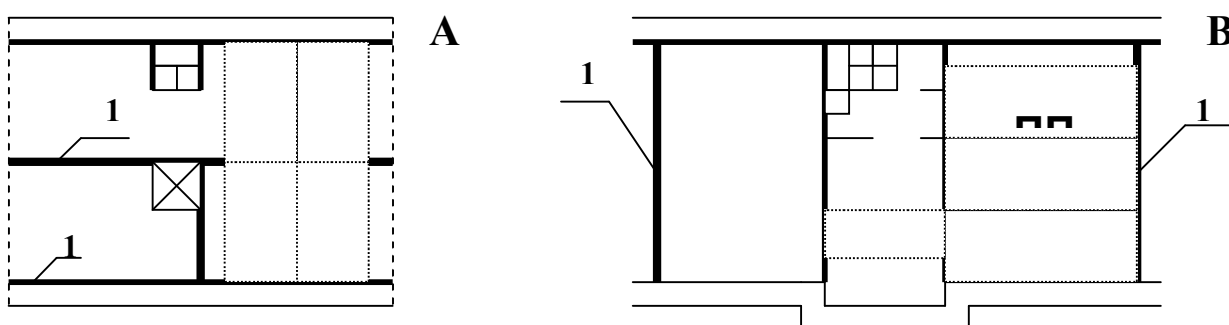


Рис. 6.1. Конструктивные схемы крупнопанельных зданий: А – с продольными несущими стенами; В – с поперечными несущими стенами. 1 – несущие стены, ПП – панели перекрытий.

Крупнопанельное здание представляет собой пространственную систему, жёсткость и устойчивость которой обеспечивается взаимным расположением поперечных, продольных стен и дисков перекрытий, объединённых в единую пространственную схему замоноличиванием стыков.

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.

В последнее время разработаны компоновочные объёмно-планировочные элементы (КОПЭ), которые являются носителями основных функциональных и композиционных качеств дома. Каждая жилая секция состоит из КОПЭ: лестнично-лифтового узла и жилых объёмно-планировочных элементов, которые могут различаться по набору квартир.

Крупнопанельные здания строят высотой до 25 этажей. Ширина традиционных блок-секций 12...14м, КОПЭ - до 22м, а крупнопанельные здания инфраструктуры до 50м. Это диктует необходимость тщательного подбора характеристик монтажных кранов и их расстановку по участкам и захваткам. Масса сборных железобетонных элементов не превышает 8т.

## 6.2. Общая схема возведения крупнопанельных зданий.

Возведение крупнопанельных зданий – механизированный процесс сборки из элементов заводской готовности. Применяются грузоподъемные механизмы, обеспечивающие процесс монтажа зданий различной этажности и конфигурации в плане. Преимущественно используются рельсовые стреловые краны башенные краны расчётной грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъёма крюка. В зависимости от проектных габаритов зданий, их конфигурации (количества секций и этажности) они разбиваются на очереди монтажные участки и захваты, обслуживаемые одним или несколькими монтажными кранами. Такое деление способствует рациональной организации труда, с применением поточных методов производства работ, двух-, трёх- и многоциклических технологий.

Важное значение имеет рациональная расстановка монтажных кранов.

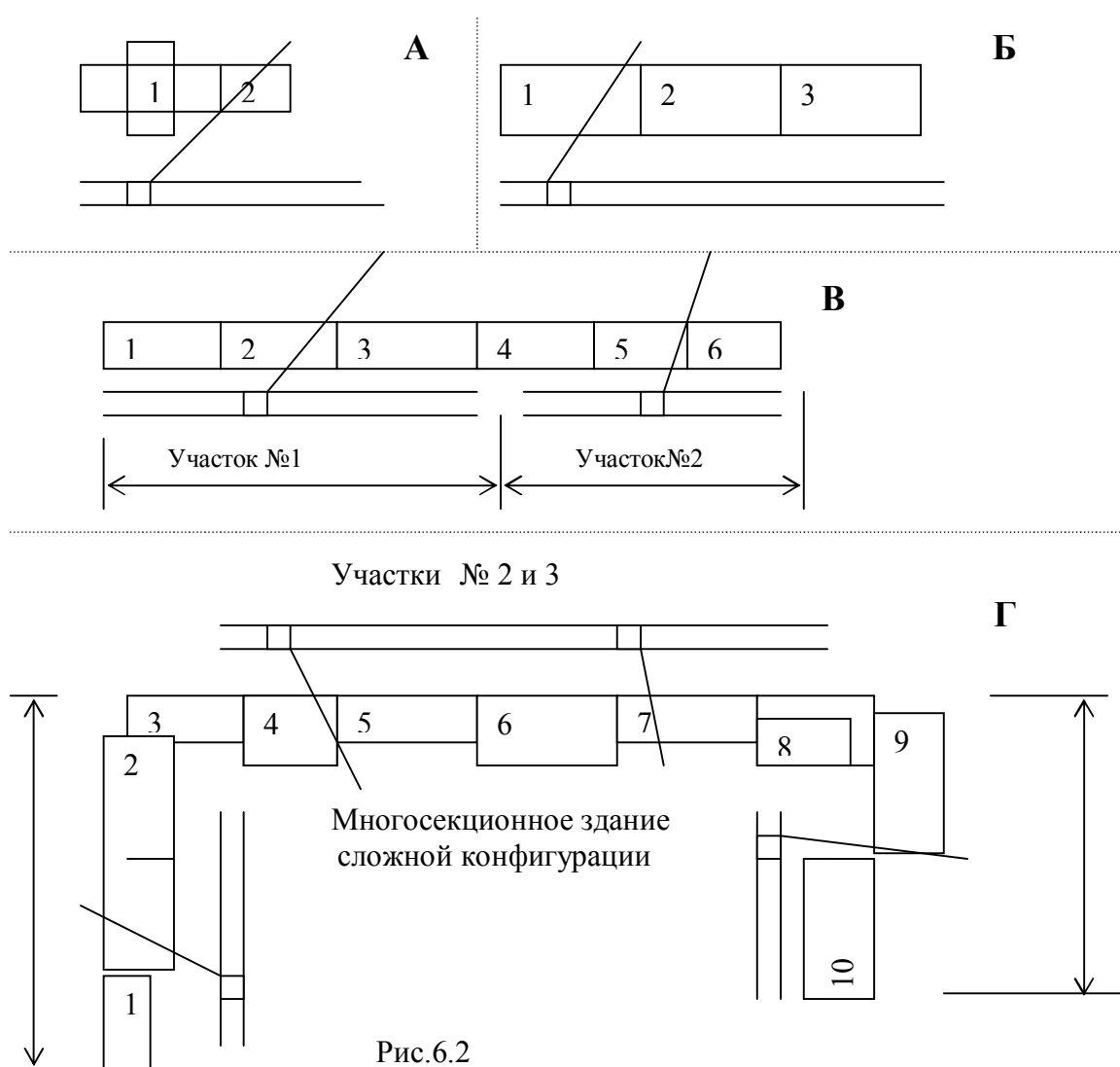


Рис.6.2

Схемы разбивки зданий на участки и захваты и расстановка монтажных кранов.

А,Б – малосекционные здания; В,Г - многосекционные здания ;  
1...10 – номера захваток (секций)

Для каждого типа здания осуществляется оптимальный подбор монтажных кранов по техническим параметрам и экономическим показателям.

Очерёдность выполнения технологических процессов можно представить в виде технологической модели строительства КЖД.

Рис 6.3.  
Технологическая модель строительства крупнопанельного дома (КЖД).

Технологические процессы	Последовательность выполнения процессов
1. Устройство оснований и фундаментов.	(по отдельной модели)
2. Монтаж наружных и внутренних панелей.	
3. Устройство кровли, мансарды.	
4. Герметизация стыков с наружной стороны.	
5. Установка дверных блоков, монтаж перегородок.	
6. Монтаж металлоконструкций (ограждения, лестницы)	
7. Конопатка швов(и другие работы по стыкам внутри здания).	
8. Заделка шпонок, технологических отверстий и др. бетонные работы.	
9. Специальные работы 1 этапа.	
10. Плиточные работы.	
11. Устройство полов.	
12. Малярные работы.	
13. Специальные работы 2 этапа.	
14. Благоустройство.	

### 6.3. Технология возведения подземной части КЖД.

Общий технологический процесс возведения подземной части складывается из следующих технологических комплексов:

- разработка котлованов (траншей) и подготовка оснований;
- устройство фундаментов;
- монтаж сборных конструкций подвала.

В крупнопанельных зданиях, в зависимости от передаваемых нагрузок на основание, несущей способности грунта и гидрогеологических условий применяют следующие типы фундаментов:

- ленточные, из сборных железобетонных плит и блоков;
- свайные, с монолитным или сборно-монолитным ростверком;
- безростверковые свайные фундаменты;
- плитные, в виде сплошной (монолитной или сборной) плиты.

Наиболее широко применяемая конструкция – ленточные фундаменты 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 перекрытий.

Монтаж опорных плит и фундаментных блоков стен выполняется по захваткам. Их монтируют последовательными горизонтальными рядами по всей захватке. На захватке монтаж начинают с укладки угловых и маячных блоков, расположенных по ним осям секций или на пересечениях продольных и поперечных осей стен здания. Фундаментные плиты укладывают на выровненную песчаную подушку толщиной не менее 50мм. От правильности их положения относительно разбивочных осей и отметок будет зависеть точность монтажа остальных плит и блоков, поэтому производится их тщательная выверка. Промежуточные плиты и блоки устанавливаются 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 проёмы или отверстия.

Монтируемые плиты и блоки являются устойчивыми элементами и временного их крепления не требуется. Однако, для создания пространственной жёсткости 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 привязки – не менее 0,4 высоты стенового фундаментного блока. По верху опорных плит и между рядами блоков могут устраиваться армированные швы (толщиной 30...50мм) или железобетонные пояса (100...150мм).

Другие типы фундаментов выполняются по типовым технологиям.

#### **6.4. Устройство подвальной части зданий.**

До начала монтажа сборных конструкций подземной части здания должны быть выполнены строительные работы по устройству фундаментов и обратной засыпке пазух, планировке обратной подсыпки грунта с трамбованием под полы технического подполья и другие работы по подвалу.

Перед установкой стеновых панелей необходимо:

- пронивелировать верхнюю плоскость фундаментов и определить монтажный горизонт;
- установить растворные маяки под каждую стеновую панель;
- произвести инструментальную геодезическую разбивку осей стен подполья, вынести риски и нанести их на элементы фундаментов 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 конструкций производится по двум технологическим схемам:

А) Монтаж с опережающей установкой панелей наружных стен. В этом случае для временного крепления и выверки конструкций используются наклонные связевые системы в виде подкосов, 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 монтажа элементов. Технологическая последовательность монтажа элементов:

- установка железобетонных стеновых блоков в качестве анкеров для временного крепления панелей наружных и внутренних стен;
- монтаж панелей наружных стен дальней от крана половины захватки;
- монтаж элементов лифтового узла;
- монтаж панелей внутренних поперечных и продольных стен на той же половине захватки;
- монтаж панелей наружных стен ближней к крану половины захватки;
- монтаж панелей внутренних продольных и поперечных стен на этой же захватке;
- монтаж элементов входа;
- снятие монтажной оснастки, демонтаж анкерных блоков;
- установка панелей перекрытия.

Б) Первоначальный монтаж внутренних стен. Монтаж производится ограниченно-свободным методом и предполагает применение группового монтажного оснащения в виде горизонтально-связевых систем. Технологическая последовательность монтажа элементов:

- панели внутренних стен;
- панели наружных стен;

- элементы лифтовых шахт;
- элементы лестничной клетки;
- панели перекрытия;
- элементы входов.

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.

При применении обоих методов за захватку принимается одна или две секции. Работы ведутся в две смены комплексной бригадой 12...15чел. И состоящей из двух звеньев монтажников по 4...5чел., звеньев сварщиков (2чел.), плотников (2чел.), бетонщиков (4...5чел.). дее на звенья условное, так как рабочие обязаны владеть смежными специальностями, что необходимо из за частой смены характера работ или малых объёмов работ.

В состав технологических карт на монтажные работы необходимо включать требования по контролю положения монтируемых элементов в плане и по высоте в соответствии с требования норм (СНиП 3.01.03.- 84 и СНиП 3.03.01.-87). Допускаемые отклонения разбивочных осей и смонтированных конструкций имеют следующие параметры:

- для двухсекционных зданий отклонения между крайними разбивочными осями по длине составляют +/- 6мм;
- для трёхсекционных соответственно +/- 8мм;
- четырёхсекционных +/- 10мм;
- отклонения между крайними разбивочными осями по ширине здания +/- 3мм;
- смещение осей стеновых панелей в нижнем сечении относительно разбивочных осей +/- 8мм;
- в верхнем сечении отклонения по вертикали +/-10мм;
- допускаемое уменьшение площади опирания на панели +/- 10мм.

На каждом этапе монтажа выполняется исполнительная геодезическая схема, которая документально фиксирует положение смонтированных элементов относительно разбивочных осей. Это позволяет учитывать накопление погрешностей и проводить корректировку положения элементов при монтаже последующих элементов.

Входной контроль качества предусматривает проверку геометрических размеров и состояния сборных конструкций доставляемых на объект. Не допускаются отклонения от геометрических размеров длины, высоты и толщины панелей более 5мм. для наружных и внутренних стен; сколы бетона углов и рёбер боле 5мм; наличие трещин шириной более 0,2мм; отколы более 60мм на один метр ребра (при глубине скола >6мм).

При производстве работ особое внимание уделять сварочным работам и антикоррозионной защите металлических соединительных деталей.



## **6.5. Технология возведения надземной части крупнопанельных домов.**

Надземную часть крупнопанельных жилых домов возводят по двухциклической или трёхциклической технологиям. При двухциклической технологии все работы выполняются с максимальным совмещением процессов: монтаж панелей и внутренние общестроительные работы (1цикл) – отделочные работы (2цикл). Трёхциклическая технология предусматривает объединение строительных процессов с меньшим совмещением по времени их выполнения: 1цикл – монтаж здания; 2цикл – внутренние работы; 3цикл – отделочные работы.

Общественные здания возводят по трёхциклическим и многоциклическим технологиям, например, с выделением в 4 цикла работы по монтажу оборудования и пусконаладочные работы.

Основной характеристикой пространственных параметров процесса монтажа зданий является захватка. За захватку обычно принимается одна секция. Многосекционные здания могут разбиваться на монтажные участки. В соответствии с установившимся опытом строительства здания до 6 секций являются одним участком, 8 секций – двумя участками и т.д. при этом каждый монтажный участок представляет собой самостоятельный поток, характеризующийся своими параметрами, сроками ввода в эксплуатацию, условиями финансирования и др.

Монтажный процесс во времени характеризуется темпом монтажа одного этажа секции и составляет 0,75...1,25 дней. При этом монтаж железобетонных конструкций, как правило, ведётся в три смены. В каждой смене работают 4 монтажника и один электросварщик. Четвёртое звено монтажников (2монт. и 1эл.св.) работают только в первую смену и ведут монтаж металлических конструкций: (ограждений лестниц, балконов, лестниц, крыш и др.).

Одновременно с монтажом осуществляются работы по устройству вертикальных и горизонтальных стыков между стеновыми элементами. Только при выполнении этого условия открывается фронт работ и создаётся возможность монтажа последующих элементов: панелей внутренних стен – после герметизации, воздухозащиты и утепления стыков между панелями наружных стен; установку панелей наружных стен следующего этажа – после омоноличивания вертикальных стыков между всеми конструктивными элементами нижележащего этажа. Выполнение стыков ведут звенья изолировщиков (2чел.) и бетонщиков (3чел.), работающих в первую смену.

Монтаж конструкций ведётся поэтажно методом наращивания, соблюдая границы захваток. В процессе сборки устойчивость и пространственная жёсткость смонтированных элементов обеспечивается временным их креплением. На каждой захватке сборные элементы монтируют по принципу «на кран» в следующей технологической последовательности: объёмные элементы (тубинги шахт лифта, сантехкабины), панели наружных стен, панели внутренних стен, перегородки и самонесущие элементы (вентблоки и элек-

тропанели), лестничные площадки и марши, стенки лоджий, панели перекрытий, элементы мусоропровода.

Первоочередной монтаж панелей наружных стен обусловлен многослойной конструкцией стыков. Их устройство производится последовательным выполнением ряда процессов (закладка гернита, наклейка гидроизоляционных и воздухозащитных лент, установка водоотбойных изделий, устройство теплоизоляционного слоя). Эти работы выполняются звеном герметчиков (2чел.) изнутри здания.

Ряд процессов по герметизации стыков выполняется снаружи здания. Они могут осуществляться с навесных площадок, устанавливаемых на перекрытии монтируемого этажа или после окончания монтажа здания с навесных люлек.

### **Конструкция стыков определяет выбор последовательности**

Технологическая последовательность для зданий с внутренними несущими стенами может изменяться в зависимости от метода монтажа, конструктивных и объёмно-планировочных решений.

#### **Точность монтажа**

Обеспечение геометрической точности монтажа сборных элементов достигается проведением комплекса геодезических работ:

- Для установки стеновых панелей в проектное положение на каждом монтажном горизонте наносятся установочные и ориентировочные риски. Они передаются от базовых осей с применением теодолита.
- Для каждой стеновой панели монтажный горизонт фиксируется двумя маяками, устанавливаемыми по нивелиру.
- Монтаж стеновых панелей производится от ориентировочных рисок с помощью металлического шаблона.
- Вертикальность контролируется отвесом-рейкой.
- Точность установки по высоте контролируется геометрическим нивелированием ( из 4-х углов ).

Окончательное закрепление конструкций разрешается только после полного устранения недопустимых отклонений.

Рекомендуется использовать лазерные геодезические приборы: теодолиты ЛТ-56, КР-4; нивелиры ЛН-56, приборы вертикального проецирования ЛЗЦ-1 и др.

Параллельно с монтажом здания выполняют и другие строительные процессы, необходимые для подготовки фронта работ при производстве отделочных и специальных работ. К ним относятся: устройство системы естественной вентиляции, штукатурная обработка поверхностей стен, потолков и сопряжений сборных железобетонных элементов, установка дверных блоков, устройство встроенных шкафов и антресолей. Эти процессы

выполняются на захватках, свободных от монтажа, с отставанием на 1...2 этажа и завершают к моменту окончания процессов по устройству кровли.

### **6.6. Особенности выполнения специальных и отделочных работ**

Технология выполнения специальных работ в крупнопанельных и каменных зданиях принципиально не отличается. Вместе с тем у полно-сборных домов имеются конструктивные особенности :

- крупнопанельные здания комплектуются санитарно-техническими кабинками, имеющими полную заводскую готовность, с установкой санитарно-технических коммуникаций и оборудования, что позволяет сократить объёмы работ;
- вертикальная низковольтная и слаботочная электрическая разводка и распределительные шкафы размещаются в специальных самонесущих электропанелях, установленных в стенах межквартирных коридоров.

Электромонтажные работы выполняют по совмещённой технологии с монтажом здания и разделяются на два этапа.

Первый этап связан с электромонтажными работами, выполняемыми в подвальной части здания, заключается 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 отделки помещений и заключается в монтаже установочных изделий и светильников, наладке систем, устройстве слаботочных сетей (радиовещание, телефонизация, лифтовая диспетчерская связь, домофоны, противопожарное оповещение).

В период выполнения работ второго этапа электромонтажных работ производится монтаж систем дымоудаления из поэтажных межквартирных коридоров.

Отделку крупнопанельных зданий выполняют по окончании монтажа строительных конструкций и устройства кровли. К этому моменту должны быть созданы необходимые температурно-влажностные режимы, пущено тепло (в зимнее время), иметься достаточный фронт работ.

Технологический процесс отделки разделяется на четыре или пять технологических циклов.

Первый цикл – штукатурные работы: разделка рустов, мест примыканий сборных элементов, обработка поверхностей потолков, стен, перегородок, устройство стяжек под полы.

Второй цикл – стеновые облицовочные и плиточные работы, отделка стен листовыми материалами, устройство полов из керамической плитки.

Третий цикл – первый этап малярных работ: подготовка и окраска потолков; оклейка потолков обоями; подготовка поверхности стен и перегородок под окончательную окраску.

Четвёртый цикл – настилка линолеума, устройство покрытия полов из 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.

Трудоёмкие малярные работы выполняют механизированным способом.

### **6.7. Возведение крупнопанельных зданий башенного типа.**

Крупнопанельными зданиями башенного типа называют односекционные жилые дома повышенной этажности (9...16этажей).

Здания этого типа возводят по двухцикличной или трёхцикличной 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. Это обусловлено необходимостью вести работы по однозахватной системе, что исключает одновременное с монтажом выполнение других работ. Существенным недостатком является то, что продолжительность возведения здания возрастает счёт увеличения продолжительности работ первого цикла на одну треть.

По второму варианту половина этажей монтируется 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 4 – 5 нижних этажей, начинают выполнять на свободных от монтажа захватках отделочные процессы, что позволяет возводить односекционные дома без увеличения срока строительства.

При применении трёхцикличной технологии работы производятся по схеме: монтаж – внутренние работы – отделочные работы.

## 7. Возведение одноэтажных промышленных зданий

### 7.1. Типы промышленных зданий.

Современные одноэтажные промышленные здания бывают одно-, двух- и многопролётные, ячейковые и зальные; крановые и бескрановые; отапливаемые и неотапливаемые; с естественным, искусственным и совмещённым освещением; с естественной или принудительной вентиляцией.

Наиболее распространены одноэтажные полносборные здания площадью 3...20 тыс. м<sup>2</sup>. Здания обычно строят с железобетонным каркасом, прямоугольного очертания в плане, без перепада высот, с пролётами одного направления.

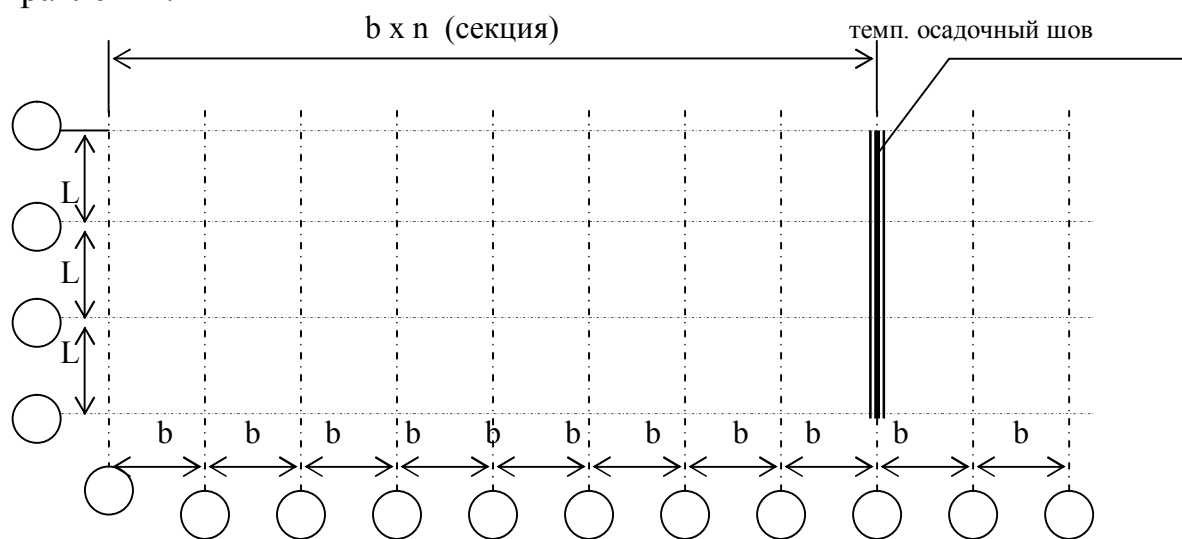


Рис. 7.1. Схема геометрических параметров промышленного здания.

$L$  – ширина пролёта;  $b$  – шаг колонн;

----- - продольные и поперечные оси;

○ ○ - обозначения осей.

Объёмно-планировочные решения промышленных зданий унифицированы, то есть установлено ограниченное число взаимосочетаний параметров – так называемых габаритных схем. Это позволяет реконструировать технологию производственных процессов в период эксплуатации. Размеры пролётов связаны с определёнными высотами и шагом колонн, грузоподъёмностью крана и подкрановыми габаритами. Модульная система основана на планировочном модуле 0,5 м и высотном – 0,6 м. Все элементы ограждения и покрытия кратны номинальным размерам этих или укрупнённых модулей: планировочного – 6 м, высотного – 1,2.

Здания монтируются из типовых деталей, по типовой проектной документации. Наиболее массовыми являются бескрановые здания пролётом 12...14 м, высотой 6,0...9,6 м и здания с мостовыми кранами пролётом 18 и 24 м, высотой 10,8...13,2 м.

Пролёты перекрываются плоскими плитами длиной 12м или 6 – метровыми плитами по подстропильным фермам. Несущий каркас в виде железобетонных рам, образованных защемлёнными в фундаментах колоннами и шарнирно опирающимися на них стропильными фермами или балками, обеспечивает поперечную жёсткость здания. Продольная жёсткость создаётся подкрановыми балками и подстропильными фермами совместно с жёстким диском, образующимся после сварки и замоноличивания стыков плит.

Перекрытия ячеяковых зданий осуществляется пространственными конструкциями: оболочками, структурными системами, шедами и т.п., что позволяет увеличивать шаг колонн 36м. Пролёты зальных зданий до 100м и более перекрываются облегчёнными фермами из высокопрочных сплавов, арками, вантовыми конструкциями и оболочками. Особенностью таких зданий является планировка с сеткой колонн от 18x18 до 60x60м.

## **7.2.Характеристика основных сборных конструкций.**

Колонны железобетонные подразделяются на основные (крайние и средние), воспринимающие нагрузки от каркаса, и фахверковые ( в торцах здания), служащие только для крепления стен. Колонны высотой до 10,8м изготавливаются прямоугольного сечения, при большей высоте подкрановая часть колонны предусмотрена двухветвевое сечения.

Колонны устанавливаются в стаканы фундаментов ниже отметки пола на глубину до 1м при прямоугольном сечении, до 1,35м – при двухветвевом и монолициваются бетоном класса В 20...25. Для связи с сопрягаемыми конструкциями предусмотрены стальные закладные детали. В необходимых местах наносятся монтажные риски

Подкрановые балки выполняются стальными или железобетонными, постоянного сечения в виде двутавра с развитым верхним поясом или с поясами одинаковой ширины. Высота унифицированных балок при шаге колонн 6м – 0,8 и 3,0 м, при шаге колонн 12 м – 1,1 и 1,6м.

Железобетонные предварительно напряжённые балки выпускаются длиной 6 и 12м, высотой 0,8- 1,4м, таврового сечения с утолщённой на опорах вертикальной стенкой. Балки бывают торцовыми, рядовыми, температурными и отличаются друг от друга наличием и расположением закладных частей. Во избежание аварийных ситуаций на балках устанавливают концевые упоры.

Фермы и балки покрытия подразделяются на стропильные и подстропильные, скатные и с параллельными поясами.

Пролёты 6 и 12м перекрываются балками, 24 и 30м – фермами. Пролёт 18м может перекрываться как балками так и фермами, в зависимости от необходимости пропуска инженерных сетей. Фермы применяются сегментного очертания с безраскосной решёткой или с параллельными поясами и треугольной решёткой.

Подстропильные фермы изготавливаются в основном трапецеидального очертания с «окном» в нижнем среднем узле для опирания стропильной фермы.

Плиты покрытия применяются следующих типоразмеров: основные 3х6 и 3х12м, доборные 1,5х6 и 1,5х12м. В продольном и поперечном направлении плиты имеют рёбра. Масса плит (в основном) не превышает 7т.

Пространственные конструкции покрытий применяют для зданий с укрупнённой сеткой колонн (18х24, 24х24 и более). В качестве типового решения приняты оболочки положительной гауссовой кривизны, собираемые из плит размером 3х6м с цилиндрической поверхностью малой кривизны, а в качестве контурных элементов – сегментные фермы.

Стеновые панели бывают рядовыми, угловыми, подкарнизными, парапетными и др. Номинальные размеры панелей: (6-12)х 09; 1,2; 1,8м, толщина от 70 до 300мм. Подкарнизные панели имеют высоту 1,5м; вылет карнизных плит – 0,45м. Применяются две конструктивные схемы стен: навесные и самонесущие. Для первой характерны ленточные проёмы остекления, для второй обязательны отдельные оконные проёмы. Панели торцовой стены крепятся к фахверковым колоннам и стойкам.

В номенклатуре одноэтажных промышленных зданий имеются: свето-аэрационные фонари, зенитные фонари, оконные панели, ворота и другие элементы.

Сопряжения конструкций и элементов между собой разрабатываются в проектно-сметной документации, а технология их устройства в технологических картах.

### **7.3. Основные методы возведения зданий.**

Ведущим технологическим процессом возведения одноэтажных промышленных зданий является монтаж сборных конструкций. В зависимости от числа пролётов и габаритов здания планируется несколько специализированных потоков, взаимоувязанных в пространстве и времени.

Здание разбивается на ряд монтажных участков и захваток, осуществляется подбор монтажных кранов и технических средств, обеспечивающих создание ритмичных и кратноритмичных потоков.

Методы монтажа разделяются по ряду факторов.

По степени укрупнения на:

- поэлементный монтаж, выполняемый из отдельных элементов, присоединяемых к ранее смонтированным;
- монтаж плоскими укрупнёнными конструкциями, когда небольшие по размеру элементы перед подъёмом собирают в большеразмерные плоские (составные колонны, балки, фермы и т.п.);
- монтаж пространственными блоками, собираемыми на площадке из плоских элементов (покрытия, рамы).

По степени точности установки элементов различают:

- свободный монтаж (поэлементный метод наращивания конструкций в вертикальном положении);

- полупринудительный, когда ограничивается свобода движения элемента в результате применения кондукторов, манипуляторов и др.;

- принудительный, когда ограничивается свобода движения элементов на всём монтажном цикле в результате применения средств дистанционного управления.

Одноэтажные промышленные здания в зависимости от величины пролёта, шага и высоты колонн разделяются на типы: *лёгкий* (тип) – пролёт 6...18м, высота 5...12м; *средний* – пролёт 18...30, высота 8...25м; *тяжёлый* – пролёт 24...36м, высота 18...30м.

Здания лёгкого типа монтируют отдельным методом, тяжёлого типа – комплексным, но основным методом монтажа является – смешанный метод.

#### **7.4. Технология возведения подземной части.**

В зависимости от объёмно-планировочных решений зданий и последовательности установки технологического оборудования различают три технологические схемы производства работ:

- открытый способ. Первоначально выполняют все работы по возведению подземной части и по спланированной площадке ведутся дальнейшие работы;

- закрытый способ. На каждом монтажном участке вначале выполняют земляные работы и фундаменты под каркас здания. После монтажа каркаса, внутри здания, разрабатываются земляные сооружения под фундаменты оборудования и ведутся последующие работы;

- совмещённый способ. Разрабатывается общий котлован под фундаменты несущих конструкций, оборудование и инженерные сети. Выполнение фундаментов под оборудование совмещается с монтажом каркаса здания и готовится фронт работ под монтаж оборудования.

При необходимости может применяться комбинированный способ, объединяющий признаки вышеперечисленных способов.

При возведении подземной части выделяются следующие частные потоки:

- разработка котлованов и траншей;

- устройство фундаментов, в том числе под технологическое оборудование;

- устройство вводов инженерных коммуникаций и подпольных каналов;

- обратная засыпка пазух и планировка под полы;

- бетонная подготовка под полы и отмостки.

Фундаменты массой до 10т выполняются в сборном варианте, свыше 10 – в монолитном. При шаге колонн до 6м разработка отдельных котлованов нерациональна, поэтому монтаж фундаментов ведётся с транспортных



средств в траншею. При шаге колонн более 6м монтаж может быть организован как с предварительной раскладкой фундаментов, так и «с колёс».

После обратной засыпки пазух и послойного уплотнения грунта выполняется бетонная подготовка под полы.

### **7.5. Возведение надземной части.**

В состав работ по возведению надземной части здания входят:

- монтаж сборных несущих и ограждающих конструкций;
- устройство кровли;
- производство специальных и отделочных работ.

Определяющим фактором при подборе технологии производства монтажных работ является выбор метода монтажа сборных несущих и ограждающих конструкций.

В зависимости от последовательности установки отдельных элементов конструкций подземной части применяют три метода монтажа: дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещённый) и комбинированный (смешанный).

При дифференцированном методе монтируемые элементы каждой ячейки, пролёта или всего здания устанавливаются поочерёдно: 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.

При комплексном методе монтируемые элементы устанавливаются поочерёдно в пределах каждой ячейки здания. Это позволяет получать законченную монтажную продукцию (каркас), но приводит к снижению производительности труда, так как требует значительной переналадки монтажной оснастки в связи с большой разницей в массе разноимённых конструкций. Этот метод нельзя применять при заделке колонн в стаканы фундаментов бетонной смесью, так как по технологическим нормам требуется набор прочности бетона стыка не менее 70% от проектной. При использовании сварных и болтовых стыков этот метод остаётся предпочтительным.

При комбинированном методе часть сборных элементов (колонны, подкрановые балки, подстропильные фермы, наружные стеновые ограждения) можно устанавливать дифференцированным методом отдельными частными потоками в пределах одного пролёта, а другую часть (кровельные балки, стропильные фермы, плиты покрытия) – в пределах каждой ячейки здания комплексным методом в едином потоке.

Комбинированный 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 выносными опорами, ведёт к сокращению сроков монтажа.

В зависимости от принятой схемы движения монтажных кранов применяют продольную, поперечную или комбинированную проходки.

При продольной проходке крана сборка здания осуществляется отдельными пролётами, что позволяет совмещать процессы монтажа строительных конструкций и установки технологического оборудования.

Поперечная проходка крана применяется в случаях, когда объект принимается в эксплуатацию отдельными секциями, включающими все пролёты здания. Такая схема движения возможна в тех случаях, когда шаг колонн обеспечивает нормальное продвижение и работу монтажного крана. Этот тип проходки обычно применяют при возведении бескрановых зданий и при монтаже крупногабаритных плит покрытия большой массы.

Комбинированная проходка применяется в тех случаях, когда кроме монтажа несущих конструкций требуется произвести установку элементов встроенных систем. Частным случаем комбинированной проходки является – зигзагообразная проходка применяемая при больших пролётах между рядами колонн (для уменьшения вылета стрелы крана).

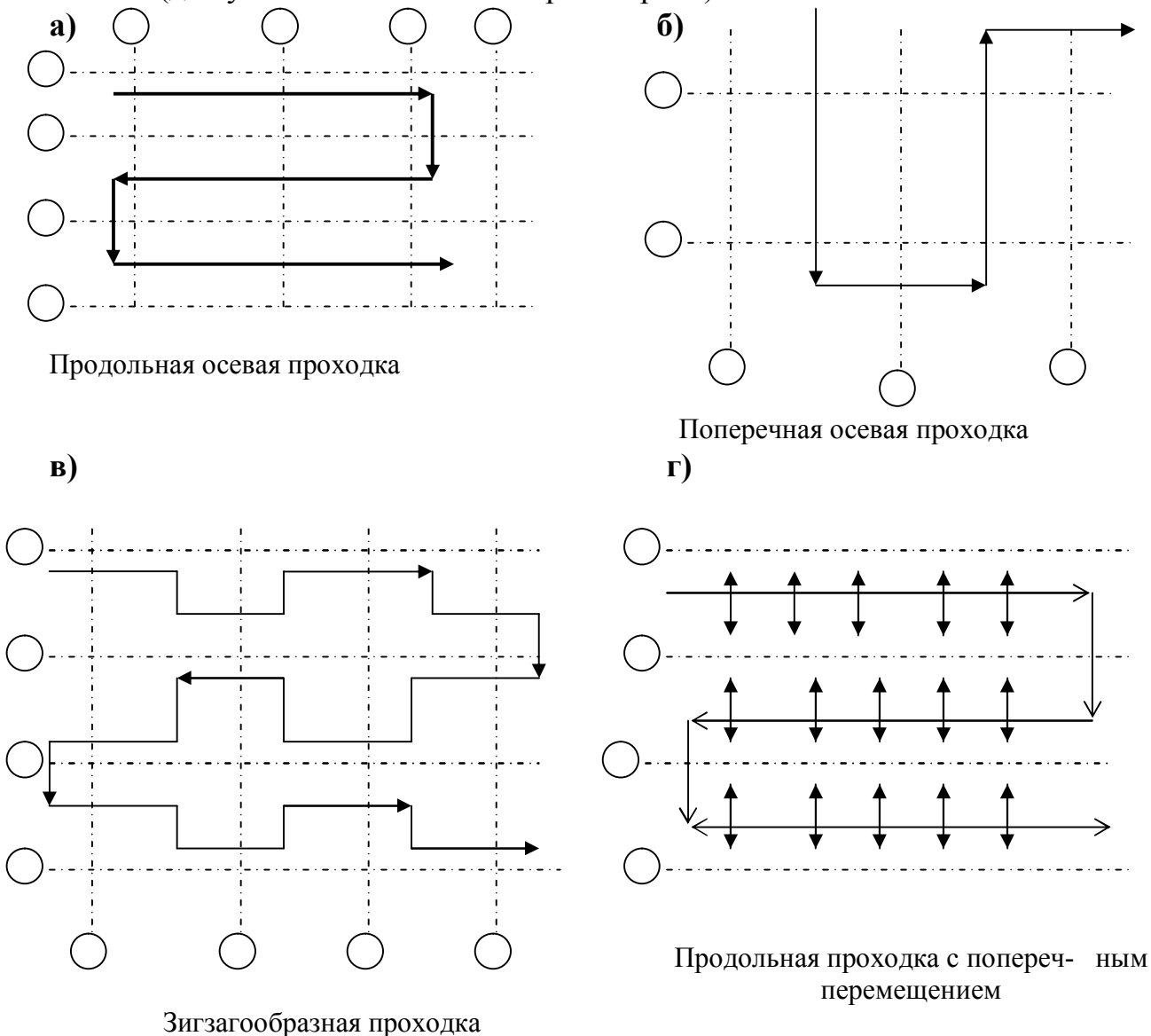


Рис .7.2. Схемы проходок

Количество проходов крана при монтаже несущего каркаса и стенового ограждения зависит от конструктивных особенностей 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 пролёта, габаритов и массы - колонны монтируются при осевой или смещённой проходках крана. Для раскладки элементов используются краны на автомобильном ходу в сочетании со специальными транспортными средствами.

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 >8 м и массе, превышающей 5т, применяют средства временного крепления в виде расчалок, прикрепляемых к специальным анкерам (для крайних колонн). После временного закрепления и выверки стыки колонн омоноличиваются мелкозернистым бетоном. Подача бетонной смеси производится вручную или с использованием пневмонагнетателей.

#### **Монтаж подкрановых балок.**

Подкрановые балки выполняются железобетонными или металлическими двух типоразмеров – для шага колонн 6 и 12м. Предпочтение следует отдавать металлическим, так как они обладают меньшей массой, более долговечны, их удобнее устанавливать, выверять и рихтовать.

Перед монтажом балки раскладываются вблизи мест установки на инвентарные стойки для технологической обработки торцов, крепёжных узлов и др. элементов.

Подкрановые балки устанавливаются безвыверочным методом или с последующей выверкой. Перед установкой балки на консоль колонны между анкерными болтами укладываются компенсаторы в виде металлических прокладок толщиной 6...10мм. Набор этих прокладок позволяет производить выверку балок в проектное положение. Предварительно к колоннам крепят приставные или навесные лестницы-площадки, на которых располагаются монтажники. Для наводки балок в положение, близкое к проектному, испо-

льзуют оттяжки. После проверки правильности положения, относительно контрольных рисок, балки фиксируются анкерными болтами, или сваркой.

Перемещение крана может осуществляться поочерёдно то в одну, то в другую стороны пролёта, чем обеспечивается необходимая последовательность монтажа.

### **Монтаж покрытий**

Монтаж покрытия, выполненного из плит, по стропильным, подстропильным фермам или кровельным балкам ведётся комплексно, с использованием продольной или поперечной схем проходов монтажного крана. Последовательность работ следующая:

- выгрузка и раскладка балок, ферм и плит в зоне действия монтажного крана;
- установка элементов покрытия стреловыми самоходными кранами с предварительным их обустройством навесными люльками и временными ограждениями, страховочными канатами и оттяжками.

Поперечную проходку крана не использовать при монтаже сборных железобетонных конструкций бесфонарных бескрановых зданий с шагом колонн 12м и размерами плит покрытия 3х12м. В остальных случаях следует принимать продольную схему монтажа с осевой или с зигзагообразной проходкой. Конструкции монтируются как с транспортных средств, так и с предварительной их раскладкой в зоне действия крана.

Устойчивость первой фермы в пролёте обеспечивается расчалками, закрепляемыми за передвижной инвентарный якорь и за основание ранее смонтированных и замоноличенных колонн. Устойчивость последующих ферм обеспечивается с помощью инвентарных распорок или специального крышевого кондуктора-распорки. Временное крепление снимается только после монтажа 1-2 плит покрытия электросваркой их опорных частей. Закладные детали плит свариваются не менее чем в 3 местах с закладными деталями поясов ферм.

### **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, пневмоколёсными или специально оборудованными кранами, движущимися по периметру здания. При горизонтальной разрезке длина панелей соответствует шагу колонн, а их высота составляет 1,2 и 1,8м. Навесные панели устанавливаются на привариваемые к колоннам «столики» и соединяются посредством крепления, допускающего взаимное смещение относительно друг друга при температурных деформациях. Монтаж стеновых панелей длиной 12м требует применения специальной монтажной траверсы.

При вертикальной разрезке используются облегчённые стеновые панели на всю высоту здания. В этом случае учитывается конструкция оконного заполнения и используются краны меньшей грузоподъёмности.

С целью повышения производительности труда применяется технологическая схема, основанная на укрупнительной сборке элементов ограждения на специальном кондукторе и установке их в проектное положение поворотом монтажной системы вокруг шарнира.

#### **Технология заделки стыков.**

В зависимости от конструктивных решений заделка стыков включает в себя следующие операции:

- защиту закладных деталей от коррозии;
- герметизация (для наружных стеновых панелей);
- замоноличивание бетонной смесью.

Трудоёмкость заделки стыков может достигать 75% общей трудоёмкости монтажных работ.

Защита закладных деталей от коррозии осуществляется путём нанесения на металлические детали лакокрасочных или металлизированных покрытий. В качестве металлопокрытия применяется цинк, имеющий более отрицательный потенциал, чем сталь. При повреждении покрытия между этими металлами образуется гальванопара, и в повреждённом месте цинк заполняет образовавшиеся трещины и предотвращает коррозию стали. Наплавление расплавленного цинка производят не позднее чем через 3 дня после сварочных работ.

Герметизация стыков стеновых панелей заключается в укладке в стык пористых прокладок (пороизол, гернит и др.) и последующей зачеканки швов уплотняющей мастикой (тиоколовой, полиизобутиленовой и др.) с наружной стороны здания с помощью специальных шприцев.

Замоноличивание производится бетонной или растворной смесью подвижностью 10...12см. Смесь укладывается в стык под давлением с помощью специального оборудования (пневмонагнетатели, цемент-пушки и др.) или свободно (вручную). В последнем случае смесь уплотняют глубинными вибраторами со специальными наконечниками или штыкованием.

Стык колонны с фундаментом при временном креплении колонн кондукторами или растяжками замоноличивается за один приём, а при временном креплении клиньями – за два приёма: до нижнего уровня клиньев, а после достижения бетоном 25% прочности клинья вынимают и стык домонolithивают.

Стык колонн 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 проектом в швах покрытия может устанавливаться арматура. Для предотвращения вытекания раствора устраивается подвесная опалубка

## 7.6. Контроль точности монтажа конструкций.

Контроль точности монтажа конструкций заключается в обеспечении планового, высотного и вертикального положения конструкций на стадиях временного и окончательного закрепления элементов. Геодезическую основу контрольных измерений составляют разбивочные оси, установочные риски боковых граней конструкций, реперы, марки и маяки.

Основным элементом каркаса является колонна. Поэтому геодезический контроль вертикальности колонн является наиболее ответственным и осуществляется при помощи двух теодолитов, один из которых устанавливается в плоскости продольной оси, другой - в плоскости поперечной оси здания. Вертикальность проверяется с помощью системы осевых точек, разбивочных осей и рисок на гранях колонн. В процессе производства работ составляются исполнительные схемы планово-высотного положения монтируемых конструкций. Это способствует точности монтажа.

При составлении исполнительных схем определяются расчётные суммарные характеристики точности замыкающих цепей конструкций и их элементов, в которых компенсируются погрешности технологических операций и процессов.

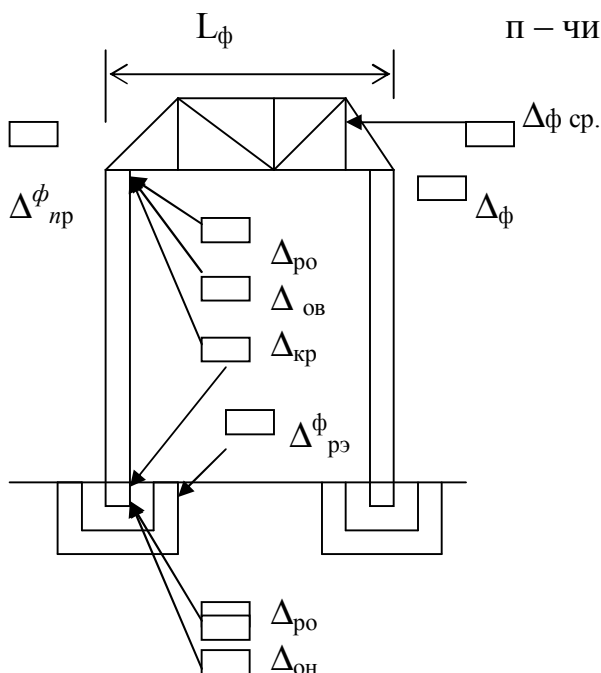
Суммарный допуск определяется по формуле:

$$\Sigma_{\Delta\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2 \Delta_i^2}$$

Где:  $A_i$  – передаточное отношение, характеризующее пропорциональность изменения замыкающего звена при отклонении размера составляющего звена цепи;

$\Delta_i$  – технологические допуски;

$n$  – число технологических допусков.



$L_\phi$  – длина фермы;

$\Delta_{кр}$  – точность разбивки рисок;

$\Delta_{ов}$  – точность разбивки оси в вершине колонны;

$\Delta_{он}$  – точность разбивки оси в основании колонны;

$\Delta_{ро}$  – допуск отклонения осей в плане;

$\Delta_\phi$  – допуск погрешности установки ферм;

Порядок выполнения расчёта точности:

- выполняется эскиз конструкции или отдельных узлов;
- устанавливается технологическая последовательность монтажа элементов и монтажные ориентиры (границы или оси элементов);
- проводится анализ составляющих звеньев цепи погрешностей и разрабатывается структурная схема полей допусков, обозначаемых прямоугольниками. Каждому допуску присваивается буквенный индекс;
- решается уравнение точности, устанавливаются величины технологических допусков, вводимых в уравнение.

Основным параметром точности при монтаже колонн является допуск неперпендикулярности. Низ колонн устанавливаются в стакан фундамента по рискам, а верх - с использованием теодолита. Невертикальность колонны определяется погрешностями при установке верха и низа и определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{нк}} = \sqrt{2 \times (\Delta_{\text{р}^{\text{к}}})^2 + (\Delta_{\text{он}})^2 + (\Delta_{\text{ов}})^2}$$

Допуск длины опирания ферм на колонны:

$$\Delta_{\text{оп.}} = \sqrt{0,25 (\Delta_{\text{ро}})^2 + 0,5 (\Delta_{\text{р}^{\text{к}}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{ов}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{из}})^2 + (\Delta_{\text{ф}})^2}$$

$\Delta_{\text{из}}$  – допуск при изготовлении ферм.

Допуск плиты перекрытия:

$$\Delta_{\text{п}} = \sqrt{0,25 (\Delta_{\text{пр}^{\text{ф}}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{ш}})^2 + (\Delta_{\text{ш пр.}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{пр}^{\text{вф}}})^2}$$

$\Delta_{\text{пр}^{\text{ф}}}$  – погрешность изготовления ферм по ширине;

$\Delta_{\text{ш}}$  - допуск по ширине плиты при её изготовлении;

$\Delta_{\text{ш пр.}}$  - допуск по ширине плиты в пролёте;

$\Delta_{\text{пр}^{\text{вф}}}$  – погрешность при изготовлении ферм по ширине пояса.

Аналогичным образом определяем допуски по другим составляющим (зазор между фермами, пролёт между осями верхних поясов ферм и др.).

Предельные отклонения при монтаже сборных железобетонных элементов не должны превышать величин, установленных СНиП 3.03.01-87.

## 8. Монтаж каркасных многоэтажных зданий.

### 8.1. Характеристика конструкций.

Каркасные многоэтажные здания (в пределах секции), строятся прямоугольными в плане, без перепадов высот. Все размеры несущих и ограждающих конструкций кратны номинальным размерам, с восприятием горизонтальных усилий жёсткими узлами рам; связевой – при которой колонны работают только на вертикальные нагрузки, а горизонтальные воспринимаются системой вертикальных дисков и ядер жёсткости; и рамно-планировочного модуля 0,5м и высотного 0,6м. Сетка колонн кратна укрупнённому планировочному модулю 1,5м. Здания могут иметь подвесное или напольное подъёмно-транспортное оборудование.

Промышленные здания выполняются из железобетонных элементов с сеткой колонн 6х6 или 6х9м, высотой этажей 3,6...7,2м, количество этажей от 2 до 12, с размерами температурных блоков (секций) до 60м.

Конструктивные схемы зданий выполняются по рамной схеме (с восприятием горизонтальных усилий жёсткими узлами рам) и рамно-связевой схеме (с передачей усилий на поперечные и торцевые стены, стены лестничных клеток и лифтовых шахт).

В основную номенклатуру сборных железобетонных элементов многоэтажных каркасных зданий входят:

- *фундаменты*, стаканного типа, сборные или монолитные железобетонные. Площадь опирания обосновывается расчётом.
- *Колонны*, квадратного сечения 40х40 или 60х60см. Высота колонн зависит от принятой их высотной разрезки и может быть на 1-5этажей, но не должна превышать 20м (из условий удобства транспортирования и монтажа). Стыки колонн выполняются жёсткими и, как правило, проектируются на высоте около 1м от отметки верха перекрытия.
- *Ригели* – несущие элементы балочного типа, таврового сечения с одной или двумя полками для плит перекрытий, опирающиеся на консоли колонн. Соединения закладных деталей колонн и ригелей осуществляются сваркой, с обетонированием узлов.
- *Плиты перекрытий* (покрытий) применяются многопустотные или ребристые. Укладываются на полки ригелей и свариваются между собой через закладные детали. Швы между плитами заполняются бетоном. Плиты перекрытий разделяются на основные, межколонные и доборные.
- *Диафрагмы жёсткости* – элементы обеспечивающие жёсткость каркаса, имеют поэтажную разрезку с контактным горизонтальным стыком. В номенклатуру входят двухполочные и однополочные диафрагмы с проёмами и без проёмов.



- *Стеновые панели* навесные, устанавливаются на монтажные столики, привариваемые к закладным деталям колонн. Размеры по высоте 1,2 и 1,8м, по ширине зависит от пролёта.

## 8.2. Методы возведения зданий.

Многоэтажные каркасные здания в зависимости от объёмно-планировочных и конструктивных решений разделяются на однородные (с повторяющимися типовыми ячейками и конструкциями) и неоднородные (с неравно-мерным распределением объёмов по этажам и секциям).

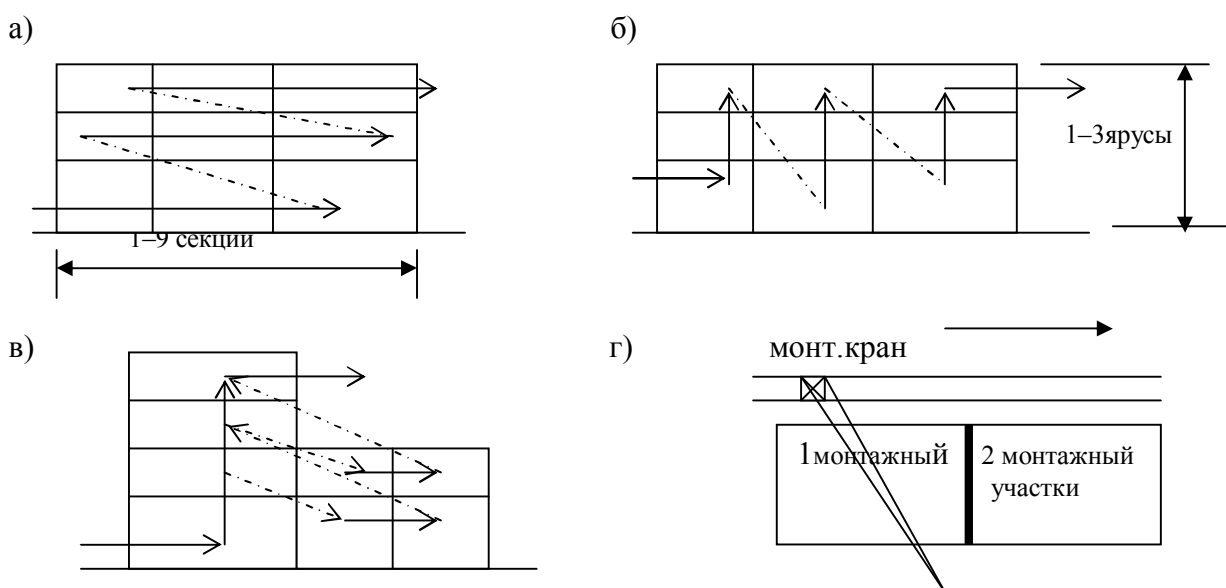
Технологический процесс возведения однородных зданий включает в себя четыре цикла:

- 1 – устройство подземных конструкций;
- 2 – возведение надземных конструкций и устройство кровли;
- 3 – выполнение отделочных и специальных работ;
- 4 – монтаж технологического оборудования.

Однородные здания возводят по горизонтально-восходящей или вертикально-восходящей схемам. Организационно-технологическим решением является создание объектных ритмичных или кратноритмичных, взаимосвязанных во времени и пространстве потоков с максимальным совмещением во времени строительно-монтажных работ.

Неоднородные здания расчленяют на ряд неодинаковых, но однородных по своим конструктивным особенностям и по технологии выполнения процессов участков. За участки принимают температурные блоки, или части здания определённой этажности и технологического назначения. Как правило, неоднородные здания возводят по смешанной схеме.

Рис.8.1. Технологические схемы возведения многоэтажных каркасных зданий.



а) горизонтально- восходящая схема; б) вертикально-восходящая схема;

в) смешанная схема; г) установка монтажного крана и деление на монтажные участки.

При сложной конфигурации объекта в плане монтаж ведётся несколькими кранами с произвольной (установленной в ППР) схемой разбивки на монтажные участки.

При возведении многоэтажных каркасных зданий основным является метод наращивания, заключающийся в последовательном наращивании элементов здания, по вертикали снизу вверх. В качестве монтажных участков (захваток) принимается один, два или три этажа – в зависимости от конструкции колонн. Длина захватки устанавливается в зависимости от :

- количество и технические характеристики монтажных кранов;
- сроки монтажа и количество монтажных бригад (звеньев);
- требования к срокам и технологии монтажа оборудования;
- условий соблюдения безопасных условий труда.

По технике исполнения метод наращивания разделяется на свободный и ограниченно-свободный монтаж. При свободном монтаже монтируемый элемент находится в подвешенном состоянии (на крюке крана) до тех пор, пока не будут произведены работы по выверке и временному закреплению. В этом случае средства, ограничивающие свободу перемещений по вертикали и горизонтали не используются.

Ограниченно-свободный монтаж основан на использовании вспомогательных систем, обеспечивающих фиксацию элементов в проектом положении и существенно облегчающих процесс выверки и временного закрепления. Это приводит к уменьшению сроков строительства, снижению трудовых затрат, повышению качества монтажа.

Одним из путей повышения производительности труда является применение способов укрупнения элементов конструкций в плоские рамы и пространственные блоки (совмещённо-блочный монтаж), который выполняется в непосредственной близости к месту монтажа.

### 8.3. Выбор монтажных кранов и технологических схем производства работ.

Выбор монтажных кранов производится на основе технических и экономических расчётов. При выборе технологии производства работ необходимо учитывать: особенности территории строительства, объёмно-планировочные решения, весовые и габаритные характеристики монтируемых элементов, степень укрупнения конструкций.

Для монтажа сборных конструкций рекомендуется применять передвижные башенные и стреловые краны, а при монтаже высотных зданий могут применяться приставные и самоподъёмные краны. Смешанная расстановка кранов (башенные и стреловые) применяется для зданий, у которых колонны нижних ярусов массой до 8-10т, а вышележащие до 5т. в этом случае стрело-

вые краны используются для монтажа нижнего яруса здания, а возведение вышележащих этажей производится с помощью башенного крана.

В зависимости от выбранной технологии производства работ возможно расположение кранов с одной стороны объекта, с двух сторон или внутри здания. При одностороннем расположении зона действия крана распространяется на всю ширину здания. Грузоподъёмность крана и его габариты должны обеспечивать монтаж элементов при максимальном удалении. Такая схема требует использования более мощных кранов, что не всегда экономически целесообразно. При использовании двух кранов, расположенных с противоположных сторон здания, вылет стрелы каждого из них должен составлять не менее половины ширины здания. Это позволяет применять краны меньшей грузоподъёмности. Монтаж элементов должен осуществляться таким образом, чтобы зоны действия кранов не пересекались.

Выбор кранов производится по расчётным параметрам (вылет стрелы, высота подъёма крюка, грузоподъёмность), при этом учитывается вес и габариты элементов, строповочные средства, устройства для выверки и временного крепления конструкций.

Особое внимание должно уделяться рациональному расположению подкрановых 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 крана.

Элементы конструкций с большей массой складировются ближе к оси здания, а более лёгкие – на расстоянии. Необходимо предусматривать проходы между штабелями сборных элементов, складировать конструкции с выполнением требований, обеспечивающих их устойчивость и доступность.

Для оценки технологических схем монтажа и эффективности работы кранов принимается 2..4 варианта. Наиболее рациональным считается тот, в котором себестоимость и продолжительность монтажа являются минимальными.

#### **8.4. Возведение подземной части зданий.**

Цикл – возведение подземной части каркасных многоэтажных зданий включает в себя ряд строительных технологических комплексов.

- 1) Устройство геодезической разбивочной основы. На строительной площадке выполняется совмещённая плановая и нивелирная строительная сетка, закреплённая постоянными или временными геодезическими знаками. По периметру и внутри здания создаются внешняя и внутренняя разбивочные сетки с закреплением основных или главных осей здания в таких местах, чтобы была гарантирована их сохранность на весь период строительства и был обеспечен вынос в натуру осей и отметок, определяющих положение конструктивных элементов. Разбивка осей здания производится по обноске, по бровке и непосредственно по дну котлована. По окончании разбивочных

работ составляется акт с приложением исполнительной схемы разбивки.

- 2) Устройство земляных сооружений (котлована, траншей) под фундаменты.
- 3) Устройство фундаментов. Для многоэтажных каркасных зданий в основном применяются столбчатые фундаменты, монолитные фундаментные плиты, свайные конструкции. Столбчатые фундаменты выполняются в сборном или монолитном вариантах.
- 4) Строительство подвалов. Этот технологический цикл выполняется совместно с устройством фундаментов или после монтажа первого яруса колонн. Он включает в себя устройство наружных стен и перегородок, подпольных каналов, технических помещений, приямков лифтовых шахт, вводов коммуникаций, полов, фундаментов под оборудование, горизонтальной и вертикальной гидроизоляции.
- 5) Установка надфундаментных колонн (колонн 1 яруса). Эти работы относятся к «нулевому» циклу только для зданий с подвалом. В зависимости от требований проекта устанавливаются одно-, двух- или трёх- ярусные колонны. Монтаж ведётся с применением одиночных или групповых кондукторов, системы подкосов или клиновых вкладышей. При установке колонн совмещаются риски нижней части колонны и фундамента и производится их временное закрепление. Для выверки колонн используются теодолиты, установленные по осям в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Отклонение колонн от вертикали определяется как разность отклонений их верха и низа. (Имеются и другие варианты выверки колонн).
- 6) Монтаж плит перекрытий. Выполняется совместно с установкой ригелей. Сопровождается сваркой и омоноличиванием узла колонна – ригель и заливкой швов между плитами цементным раствором.
- 7) Обратная засыпка пазух фундаментов и стен подвалов. Технологические регламенты по этой работе зависят от объёмно-планировочных, конструктивных и технологических решений объекта и устанавливаются в проекте производства работ.

Выполнение монтажных работ «нулевого» цикла осуществляется с применением самоходных стреловых кранов или кранов на рельсовом ходу (нулевиков). Краны располагаются на бровке котлована (с учётом устойчивости откосов) или внутри котлована (кроме кранов на рельсовом ходу).

Технологический процесс возведения подземной части осуществляется по однозахватной схеме для зданий точечного типа и многозахватной – для линейно протяжённых и зданий сложной конфигурации в плане. Разбивка на захватки позволяет применять двух-, трёх- стадийные технологии с поточными методами производства работ. При многозахватных схемах используются несколько кранов.

## 8.5. Возведение надземной части.

Возведение надземной части многоэтажных каркасных зданий осуществляется в несколько циклов: монтаж каркаса из сборных железобетонных элементов, устройство кровель, специальные и отделочные работы, монтаж технологического оборудования.

### Монтаж каркаса.

Монтаж железобетонного каркаса многоэтажных зданий из отдельных элементов ведётся методом наращивания. Последовательность и технология монтажа зависит от объёмно-планировочных и конструктивных решений и применяемого монтажного оснащения. Основным требованием при этом является обеспечение жёсткости и геометрической неизменяемости каркаса в процессе монтажа. При этом основным технологическим параметром является *ячейка*. В состав ячейки входят 4 колонны, 2 ригеля, 2 связевых плиты перекрытий, рядовые плиты перекрытий.

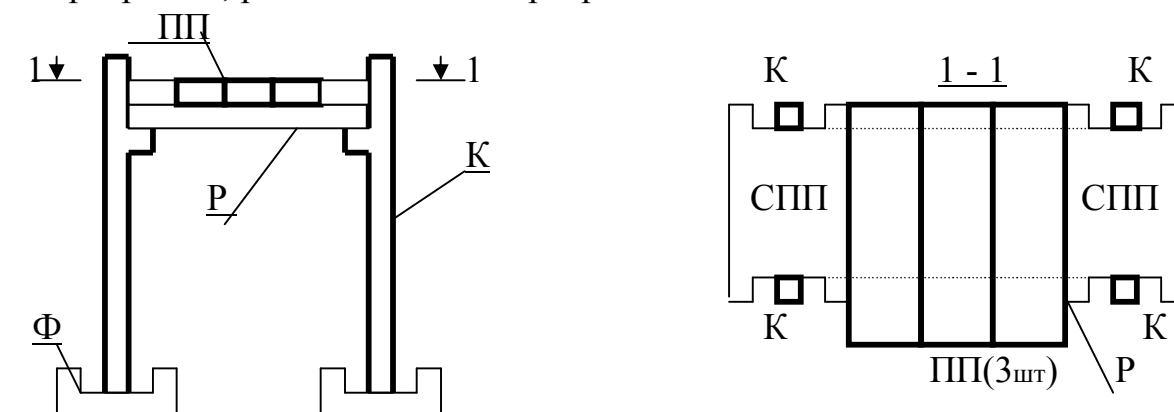


Рис.8.2. Схема ячейки. Ф – фундаменты; К- колонны; Р – ригели; СПП – связевые плиты перекрытий; ПП – рядовые плиты перекрытий.

Конструктивно все элементы ячейки взаимосвязаны, поэтому технологическая очерёдность монтажа определена: **фундаменты → колонны → ригели → связевые плиты перекрытий → рядовые плиты перекрытий.**

При организации потока, в геометрических параметрах захватки должно содержаться целое число ячеек, а высота монтажного яруса должна соответствовать разрезке колонн (её высоте).

Перед началом монтажа на каждом ярусе необходимо:

- закончить установку всех конструкций нижестоящего яруса, произвести сварку и замоноличивание узлов, предусмотренных проектом;

- перенести разбивочные оси на перекрытие, оголовки колонн, определить монтажный горизонт, составить исполнительную схему расположения элементов смонтированного этажа (яруса).

Устройство (монтаж) фундаментов входит в «нулевой» цикл и рассмотрен выше.

Установка колонн в стаканы фундаментов производится с помощью одиночных (как правило) или групповых кондукторов.

При наличии монтажной оснастки в виде **одиночных кондукторов** монтаж каркаса лучше выполнять по раздельной схеме. Сначала в пределах монтажного участка устанавливаются все колонны, выверяют их и закрепляют на сварке, заделывают стыки. Сдача смонтированных колонн под омоноличивание производится партиями по 4...10 колонн. Замоноличивание узлов и дальнейший уход за бетоном осуществляет звено бетонщиков.

После омоноличивания колонн производится монтаж ригелей и диафрагм жёсткости в очередности, установленной ППР. Узлы соединения ригелей и колонн должны быть выполнены по проекту с надёжными сварными соединениями закладных деталей между собой.

Монтаж яруса-ячейки заканчивается укладкой плит перекрытий и элементов лестничных клеток. Вначале монтируются связевые (распорные) плиты между колоннами затем рядовые (основные, промежуточные). Все плиты надёжно приваривают к ригелям, а швы между элементами заделывают бетоном.

Если ярус двух или трёхэтажной разрезки, то применяется специальная монтажная оснастка (например комплект ЦНИИОМТП). В комплект входят: сборные железобетонные фундаментные балки, которые временно крепятся к обрезу фундамента; хомуты с подкосами раскрепляющие колонны и фундаментные балки; горизонтальные связи; клинья. Монтаж ригелей, плит перекрытий, диафрагм жёсткости ведётся поэтажно.

К монтажу конструкций следующего яруса приступают после достижения бетоном не менее 70% проектной прочности. Наиболее ответственный процесс – монтаж колонн последующих ярусов. Для этого на оголовке нижестоящей колонны с помощью винтов закрепляется кондуктор. Поднятую краном колонну заводят в хомуты кондуктора плавно опускают на оголовок нижней колонны. Колонны приводят в проектное положение с помощью винтов кондуктора, обеспечивая соосность верхней и нижней колонн. Несоосность колонн не должна превышать 5мм, а отклонение их по вертикали не более 3мм.

После монтажа колонн следующего яруса повторяется процесс установки остальных элементов ячейки (ригель, плиты перекрытий и др.).

При строительстве крупных объектов, когда имеется достаточно большой фронт работ используются **групповые кондукторы** (плоские и пространственные). Плоские кондукторы применяют для монтажа рам, а пространственные для монтажа элементов каркаса ячейки.

Одним из типов пространственных групповых кондукторов является рамно-шарнирный индикатор (РШИ).

## 9. Возведение зданий системы «КУБ»

### 9.1. Общие данные и конструктивные решения.

Каркас универсальный безбалочный («КУБ») представляет собой систему многоярусных колонн, установленных в фундаменты стаканного типа и объединённых с помощью разрезных бескапитальных плит перекрытия. Пространственная жёсткость и устойчивость каркаса, работающего по рамной или рамно-связевой схеме, обеспечивается замоноличиванием стыков и применением системы связей.

Система «КУБ» используется для возведения жилых и промышленных зданий высотой до 16 этажей, сейсмостойкость – 9 баллов, сетка колонн 6-9м, высота этажа 2,8-3,3м. Здания этого типа имеют гибкую планировку помещений, отвечающую заданным технологическим и эксплуатационным требованиям. Система «КУБ» отличается простотой изготовления и монтажа конструктивных элементов.

Расчётная схема системы «КУБ» представляет собой связевой каркас, в котором вертикальные нагрузки перекрытий передаются на колонны, воспринимающие продольные силы с изгибом в одном или двух направлениях. Горизонтальные нагрузки передаются через диски перекрытий на связи, расположенные в двух взаимно перпендикулярных направлениях. При отсутствии связей нагрузка передаётся на колонны. Диски перекрытий, составленные из сборных панелей, жёстко закреплены на колоннах и шарнирно между собой за счёт замоноличивания шпонок, что обеспечивает им необходимую горизонтальную жёсткость. Система условно принята статически определимой.

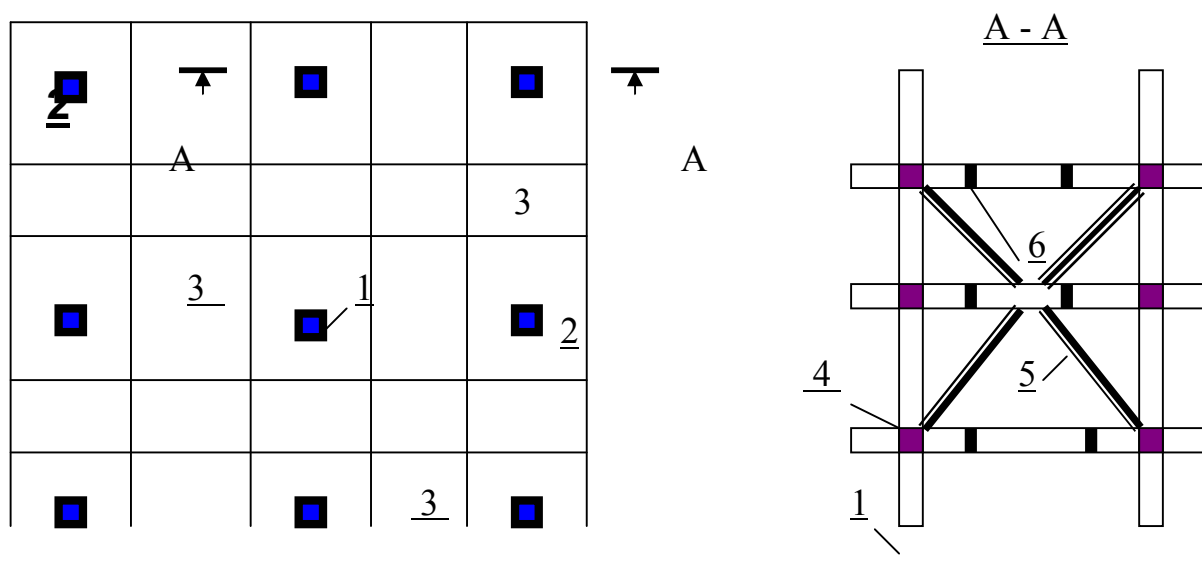


Рис.9.1. Конструктивная схема системы «КУБ» (каркас): 1 – колонна 3-х этажной разрезки; 2 – надколонные плиты; 3 – рядовые плиты; 4 – стыки колонн и плит перекрытий; 5 – связи; 6 – стыки между плитами.



Отличительной особенностью каркаса является конструкция колонн. Они выполняются многоярусными прямоугольного сечения (40x40, 40x60см) длиной до 15м. В зоне стыков колонн с плитами перекрытий оставляется обнажённая арматура. Это позволяет получать равнопрочный стык надколон-ных плит в результате включения в работу арматуры колонн и омоноличивания этой зоны.

Стыки колонн устраиваются на уровне перекрытий или на высоте 0,6...1,0м от поверхности покрытия. Соединение стыков осуществляется сваркой накладок к закладным деталям оголовков колонн, сваркой выпусков арматуры или стыковкой штепсельного типа.

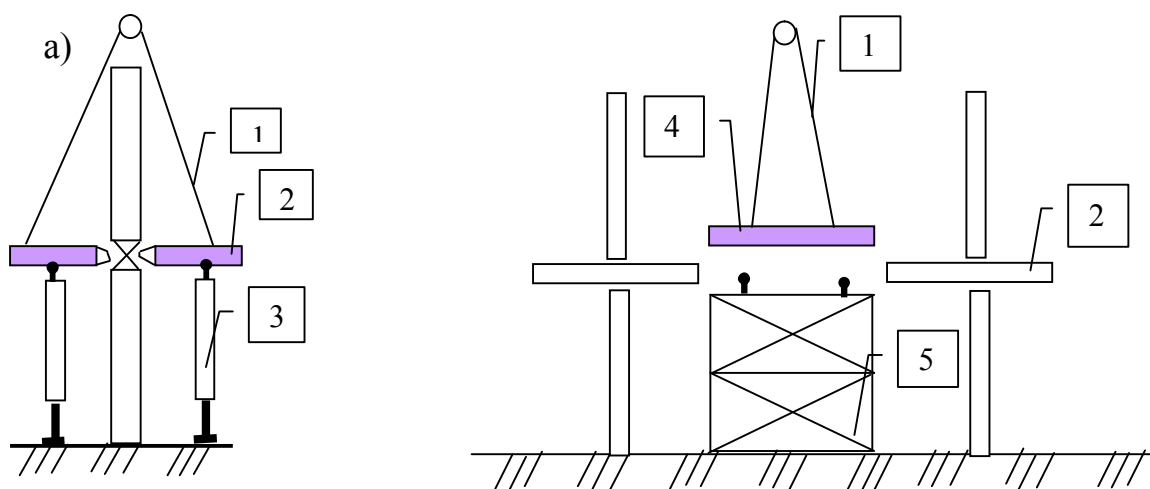
Плиты перекрытий разделяются на надколонные и рядовые. Плиты прямоугольного очертания (при наличии балконов или лоджий плиты наружного контура могут иметь сложную геометрическую форму), сплошного сечения. В надколонной плите имеется отверстие на 20мм больше сечения колонны. Периметр отверстия обрамляется закладной талью в виде уголка, расположенного под углом  $45^\circ$  с вершиной угла по периметру отверстия. Соединение плиты и колонны осуществляется плоскими шпонками (толщиной 10мм) или из уголка №10 с полками, обрезанными под углом  $45^\circ$ . Шпонка приваривается к выпускам арматуры в колонне или к закладным деталям.

Соединения надколонных и рядовых плит выполняются по различным конструктивным вариантам («в четверть», совмещение арматурных выпусков, омоноличивание с установкой закладных деталей и др.).

Стыки омоноличиваются мелкозернистым бетоном класса В-25 сразу после производства сварочных работ.

Наружные стены выполняются из навесных панелей; кладки из кирпича или эффективных мелкоштучных блоков. Стены могут быть самонесущими на отдельном фундаменте или выполняться по плитам перекрытий.

Рис.9.2. Схемы монтажа плит перекрытий.



1 – четырёх-ветвевой строп, 2 – надколонная плита, 3 – телескопическая монтажная стойка, 4 – межколонная плита, 5 – временная опора с установочными домкратами.

## 9.2. Особенности монтажа элементов каркаса.

Технология возведения зданий системы «КУБ» подразумевает ведение строительно-монтажных работ в несколько циклов: подземная часть, монтаж каркаса, устройство наружных стен, устройство внутренних стен и перегородок, отделочные и специальные работы. Большинство циклов не имеет принципиальных отличий от каркасных зданий. Рассмотрим особенности монтажа элементов каркаса надземной части.

Монтаж безбалочного каркаса осуществляется по комбинированной схеме, которая предусматривает поячейковый монтаж конструктивных элементов. Для этого этаж (ярус) разбивается на монтажные захватки по принципу «ячейка – захватка», начиная с самой дальней от крана ячейки. Первоначально монтируются наиболее удалённые от монтажного крана колонны, затем ближние колонны, надколонные и рядовые плиты перекрытий.

Комбинированная технология монтажа конструкций, помимо создания устойчивых структур, обеспечивает фронт работ по выполнению сварки и омоноличиванию узлов и стыков.

Монтаж колонн осуществляется исходя из их конструктивных особенностей. При стыке колонн на уровне 1м от перекрытия используются одиночные кондукторы; если стык в уровне перекрытия, то применяются подкосы. В ряде типов колонн используются стыки «штепсельного» типа, когда арматура верхнего элемента (центральный стержень) свободно входит в отверстие нижнего элемента и надёжно его фиксирует.

Точность монтажа колонн контролируется двумя теодолитами по взаимно перпендикулярным направлениям, а их выверка производится с помощью кондукторов или подкосов. На каждый тип колонн предусматривается комплект монтажных приспособлений, который обеспечивает возможность опирания и выверку надколонной плиты с соблюдением техники безопасности при её монтаже. Точность монтажа колонн в плане и по вертикали должна быть в пределах +, - 10мм.

В стыке колонн арматура и закладные детали свариваются ванной сваркой и сразу же омоноличиваются

Монтаж надколонных плит состоит в надевании на колонну до уровня перекрытия. Плита, подвешенная на четырёхветвевом стропе, надевается на колонну краном. Фиксация надколонной плиты в проектном положении производится одним из следующих способов:

- установка на опорные монтажные столики;
- установка на монтажный кондуктор с регулировочными винтами;
- опирание на ранее установленные и выверенные монтажные телескопические стойки.

Выверенная надколонная плита прикрепляется к колонне сваркой закладных деталей с обнажёнными арматурными стержнями колонны.

Монтаж межколонных и рядовых плит 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.

Все стыки выполняются по технологиям, разработанным в соответствующих технологических картах. После полной выверки панели и соединения стыков «насухо» производится замоноличивание стыка мелкозернистым бетоном марки В-25. Снятие опорных приспособлений под плитами производится по набору бетоном не менее 70% проектной прочности.

Монтаж конструкций выполняется комплексной бригадой в составе 9 человек: монтажники – 4чел., сварщики – 3чел., бетонщики – 2чел. Для обеспечения контроля точности монтажа необходимо 2 геодезиста.

# 10. Возведение железобетонных монолитных зданий

## 10.1. Общие сведения.

В современном строительстве возведение зданий и сооружений из монолитных железобетонных конструкций составляет более 60% по объёму. Из монолитного бетона возводят большинство зданий, подземные сооружения, опоры мостов, гидротехнические сооружения, резервуары, трубы, подпорные стенки и многое другое.

Здания из монолитного железобетона разделяются на монолитные и сборно-монолитные и выполняются по следующим конструктивным схемам:

- монолитные несущие и ограждающие конструкции;
- монолитный каркас (колонны и перекрытия), наружные и внутренние стены сборные или каменных материалов;
- монолитные наружные и внутренние стены, перекрытия и перегородки сборные;
- отдельные части зданий из монолитного железобетона (ядра жёсткости, сплошные плиты перекрытий).

Здания из монолитного железобетона имеет ряд достоинств по отношению к зданиям других конструкций:

- высокая архитектурная выразительность фасадов зданий за счёт свободных (от размерных модулей) объёмно-планировочных решений, возможность строительства зданий сложной конфигурации в плане;
- исключаются многочисленные стыки сборных элементов (или снижается их количество), что ведёт к уменьшению номенклатуры видов СМР, снижению трудоёмкости, повышению качества строительства;
- экономятся основные строительные материалы (металл-арматура, цемент, кирпич, лесоматериалы) за счёт рациональных конструктивных решений;
- экономический эффект снижения суммарной трудоёмкости и приведённых трудозатрат (снижение затрат на создание и эксплуатацию производственной базы, экономия материалов, уменьшение энергозатрат).

Вместе с тем монолитное домостроение имеет особенности, сдерживающие его более широкое применение:

- увеличенная трудоёмкость некоторых процессов (опалубочные, арматурные работы, уплотнение бетонной смеси и др.);
- необходимость тщательного выполнения технологических регламентов производства работ и контроля их качества;
- относительно сложные технологические процессы, что диктует повышенную требовательность к квалификации работников.

Дальнейшее развитие монолитного строительства базируется на совершенствовании технологий опалубочных, арматурных и бетонных работ:

- использование инвентарной, быстроразъёмной опалубки модульных опалубочных систем; полимерных, антиадгезионных покрытий, снижающих затраты труда по очистке и смазке щитов опалубки;
- более широкое применение эффективных несъёмных опалубок, применение самоподъёмных опалубок;
- использование армокаркасов полной готовности, переход от сварных соединений к механическим стыкам;
- совершенствование бетоноукладочных комплексов (транспортирование и укладка бетонных смесей) за счёт применения высокопроизводительной механизации;
- переход на высокоподвижные и литые смеси, исключаяющие (или снижающие объём) работы по их уплотнению, совершенствование средств укладки и уплотнения бетонных смесей.

Комплексный процесс возведения зданий из монолитного железобетона состоит из заготовительных и построечных работ.

Заготовительные работы включают: изготовление опалубки, арматурных изделий, армоопалубочных блоков, приготовление бетонной смеси. Эти процессы выполняются вне строительной площадки (или за пределами зоны работ), как правило в заводских условиях.

Построечные процессы выполняются непосредственно на строительной площадке. К ним относятся: установка опалубки и арматуры; транспортирование, распределение и укладка бетонной смеси; выдерживание и уход за бетоном; демонтаж опалубки.

Организация работ должна предусматривать максимальную совместимость работ по времени и поточность на базе комплексной механизации всех работ. Ведущий процесс в монолитном домостроении – укладка и уход за бетоном, поэтому в основе комплексной механизации лежит применение того или иного бетоноукладочного комплекса.

**Бетоноукладочный комплекс** – устанавливаемая в строительной технологической документации цепочка машин и механизмов по которой перемещается бетонная смесь от места изготовления до места укладки в конструкцию. Например:

1) бетонный завод (БЗ) → автобетоновоз (АБ) или автобетоносмеситель (АБС) → бадья (Б) → башенный кран (БК);

2) БЗ → АБ → Б → бетоноукладчик (БУ);

3) БЗ → АС → автобетононасос (АБНС).

Каждый бетоноукладочный комплекс имеет ведущую машину, по производительности которой ведут расчёт и подбор вспомогательных средств.

Расчёт бетоноукладочного комплекса помогает при разбивке конструкции на блоки бетонирования (захватки, карты), сравнении вариантов технологий производства работ, выбора опалубки.

Методы возведения монолитных зданий основываются на использовании принципиально различных видов опалубок. Классификация их приведена в таблице 10.1.

#### Классификация опалубочных систем

Таблица 10.1.

Тип опалубки	Особенности конструкции	Область применения
1.Разборно-переставная	Состоит из щитов, поддерживающих, крепёжных, установочных и др. элементов. Устанавливается для каждого блока бетонирования, после достижения бетоном распалубочной прочности разбирается и переставляется на другое место.	
1.1.Мелкощитовая	Состоит из отдельных элементов-щитов массой до 70кг (стальная рама)или 40кг (алюминиевые сплавы). Отдельные щиты могут собираться в опалубочные панели или блоки. Инвентарная, с размерными модулями 10...30см (у разных фирм). Соединения быстроразъёмные замковые или балочные. Потолочные элементы укладываются на ригели установленные по стойкам.	Бетонирование разнотипных конструкций, в том числе с вертикальными, наклонными и горизонтальными поверхностями любого очертания.
1.2. Крупнощитовая	Состоит из крупногабаритных щитов, конструктивно связанная с поддерживающими элементами. Щиты воспринимают все технологические нагрузки и могут быть оборудованы подмостями, домкратами, подкосами и др. вспомогательными механизмами.	Бетонирование крупногабаритных и массивных конструкций, в том числе стен и перекрытий. Необходим монтажный кран.
2. Объёмно-переставная, вертикально и горизонтально извлекаемая.	Конструкция, набирающаяся из П-образных секций и Г-образных полусекций. Образует П-образный каркас с шарнирно-закреплёнными опалубочными панелями стены перекрытия; ручного, механического или гидравлического устройства для отрыва щитов от затвердевшего бетона и приведения конструкции в транспортное положение.	Жилые и общественные здания, протяжённой компоновки с поперечными несущими стенами и монолитными перекрытиями.
3.Скользкая	Состоит из щитов, закреплённого на домкратных рамах рабочего пола, домкратов и других элементов (подвесных подмостей, домкратных стержней и др.). щиты закреплены на домкратных рамах и имеют конусность 5...7мм на каждую сторону.	Высотные компактные в плане здания и сооружения с неизменяемым сечением, толщиной не менее 12см.
4. Несъёмная	Состоит из плит, объёмных элементов, скорлуп, металлических профилированных элементов и других конструкций,	Выполнение конструкций без распалубки с выполне-

	выполняющих при бетонировании роль опалубки и остающих в затвердевшем бетоне.	нием, в последующем функций гидроизоляции, облицовки, утепления, внешнего армирования и др.
Тип опалубки	Особенности конструкции	Область применения
5. Блочная	Состоит из щитов и поддерживающих элементов, собранных в пространственные блоки.	Бетонирование отдельно стоящих фундаментов, ростверков, а так же внутренней поверхности замкнутых ячеек, в том числе жилых зданий и лифтовых шахт.
5.1. Разъёмная	Перед демонтажем поверхности опалубки отделяются и отводятся от бетона.	Бетонирование однотипных конструкций большого объёма.
5.2. Неразъёмная	Блок – форма с фиксированным положением формирующих поверхностей.	Бетонирование однотипных конструкций небольшого объёма с распалубкой в раннем возрасте (отдельные фундаменты).
5.3. Переналаживаемая.	Допускает изменение размеров в плане и по высоте.	Разнотипные монолитные конструкции.

При возведении сооружений используются и другие виды опалубки: горизонтально-перемещаемая (катучая и туннельная), пневматическая, разборно-переставная, переставная самоподъемная и их модификации.

## **10.2. Организация работ при строительстве монолитных железобетонных зданий.**

Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций состоит из технологически связанных и последовательно выполняемых простых процессов:

- установка (монтаж) опалубочной системы;
- арматурные работы и установка закладных деталей;
- укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за бетоном (увлажнение-летом, утепление – зимой), набор распалубочной прочности;
- распалубливание;
- монтаж сборных конструкций (по проекту).

Каждый простой процесс выполняют специализированные звенья, объединённые в комплексную бригаду. Профессиональный и численно-квалификационный состав звена устанавливается в зависимости от типа опалубочной системы на основании норм, приведённых в ЕНиР (Сб.4) или в

соответствии с калькуляцией (расчётом). Работа звеньев внутри бригады организуется поточно-расчленённым методом по графику ритмичного строительного потока. Продолжительность работ каждого звена на захватке принимается равной продолжительности работы ведущего звена, которая, в свою очередь, определяется производительностью бетоноукладочного комплекса. Число рабочих, выполняющих арматурные и опалубочные работы, подбирают так, чтобы обеспечить необходимый фронт работ ведущему процессу (бетонированию).

Для организации поточного производства работ конструкцию разбивают в плане на захватки (карты, блоки бетонирования), а по высоте на ярусы. При подборе пространственных параметров (захваток и ярусов) необходимо соблюдать определённые правила.

При разбивке на захватки:

- горизонтальная разрезка предполагает равновеликость каждого простого процесса по трудоёмкости (с возможным отклонением до 25%);
- за минимальный размер захватки принимать объём работы одного звена на протяжении одной смены;
- размер захватки следует увязать с величиной блока, бетонируемого без перерыва или с устройством рабочих швов;
- количество захваток на объекте должно быть равно или кратно числу потоков.

При разбивке на ярусы:

- одноэтажное здание разбивается на два яруса (1 – фундаменты, 2 – стены); многоэтажное – за ярус принимается этаж (высотой не более 4-х м.) с перекрытиями;
- при разбивке на ярусы учитывать проектную необходимость устройства рабочих и температурных швов.

Размер захваток обычно соответствует длине секции здания или включает целое число бетонируемых элементов (фундаментов, колонн и др.) или определяется по границам участков, намеченных для устройства швов.

При технологическом проектировании бетонных работ необходимо:

- выбрать опалубочную систему и технологию производства работ;
- определить трудоёмкость каждого процесса;
- установить пространственные и временные параметры потока;
- произвести выбор бетоноукладочного комплекса;
- определить и подобрать необходимое оборудование для опалубочных, арматурных и бетонных работ;
- произвести комплектацию бригад и звеньев, определить общее число рабочих (в том числе по квалификации);
- составить календарный график комплексного процесса;
- составить ведомости потребных материально-технических средств.

Общая продолжительность работ выражается формулой:

$$T = \frac{K}{A} (m + n - 1) + \sum t_6 \quad \text{где: } K - \text{модуль цикличности,} \\ A - \text{количество рабочих смен (полусмен),}$$



$m$  – количество ярусозахваток (всё здание),

$n$  – количество частных потоков,

$t$  – время для набора прочности.

$n$  – может быть равно: 4, 3 (при использовании арматурно-опалубочных блоков), 2 (несъёмная опалубка).

### **10.3. Особенности технологического проектирования монолитного домостроения.**

Технология и организация монолитных железобетонных работ отражается в отдельном разделе проекта производства работ (ППР). В состав должны включаться технологические карты:

- выполнение опалубочных работ (вид опалубочной системы, её комплектация, технология сборки-разборки, организация поточных работ, «привязка» параметров потока к конкретным конструкциям, комплексная механизация процессов, расчёт состава звеньев и бригад, контроль качества работ, охрана труда, материально-технические ресурсы, индивидуальные конструкторские решения, еденичные калькуляции ненормированных работ);
- арматурные работы (изготовление арматурных изделий, технология армирования для каждой группы конструкций, организация арматурных работ и др.);
- бетонные работы (выбор бетоноукладочного комплекса, расчёт параметров ведущей и вспомогательных машин, подбор малой механизации, выбор технологии и организация работ по укладке бетонной смеси и уходе за бетоном в процессе твердения, требования к организации работ в зимнее время, расчёт состава бригад и др.).

В составе ППР должен быть календарный график производства комплекса работ по изготовлению железобетонных конструкций здания. На период ведения бетонных работ составляется стройгенплан (СГП). При составлении СГП, помимо выполнения основных требований, необходимо предусмотреть:

- открытые площадки для хранения, сборки-разборки и ремонта опалубки, очистки и смазки щитов;
- приобъектные арматурные мастерские (желательно совмещённые со складом арматуры);
- бетоносмесительный комплекс (завод или узел) со всеми необходимыми сооружениями (склады, ёмкости, конвейеры и др.);
- крытые склады для хранения цемента, утеплителя, столярных изделий, расходных материалов);
- площадки для приёма бетонных смесей в зоне бетонирования;
- определение мест стоянок (расположение) машин и механизмов бетоноукладочного комплекса в процессе возведения всего объекта.

В состав ППР включаются обязательные разделы: по охране труда на строительной площадке (в целом); и охране окружающей среды с обоснованием и перечнем принятых мероприятий

Примеры составления календарных графиков см. табл.10.2. и 10.3.

#### **10.4. Применение различных опалубок в монолитном домостроении.**

##### **10.4.1. Щитовые опалубки**

Щитовые опалубки наиболее широко применяются в жилищном, гражданском и промышленном строительстве. Они разделяются на мелкощитовую и крупнощитовую.

**Мелкощитовая** – опалубочная система, состоящая из нескольких типоразмеров небольших щитов, элементов креплений и поддерживающих устройств. Щиты имеют площадь не более  $3\text{ м}^2$ , с массой не более 60кг. Это позволяет работать со щитами вручную. Расчётное давление инвентарной опалубки до  $60\text{ кН/м}^2$ . Рамы щитов стальные, деревянные, деревометаллические или из алюминиевых сплавов. Для повышения производительности труда щиты опалубки можно предварительно собирать в крупноразмерные плоские опалубочные панели или в пространственные блоки, которые устанавливаются и демонтируются с помощью кранов.

Мелкощитовые опалубки отличаются высокой универсальностью, их можно использовать для возведения самых различных конструкций – фундаментов, колонн, стен, балок, перекрытий. Простота крепления щитов к каркасу позволяет быстро заменять изношенную палубу. Крепятся щиты между собой муфтами, замками, болтами, клиньями и балками. В современных опалубках применяются исключительно муфтовые и замковые соединения.

Существенным недостатком мелкощитовых опалубок являются большие трудозатраты на монтаж-демонтаж опалубки и низкий уровень механизации процессов.

Сравнительные характеристики некоторых типов мелкощитовых опалубок приведены в таблице 10.4.

### Типы мелкощитовых опалубок.

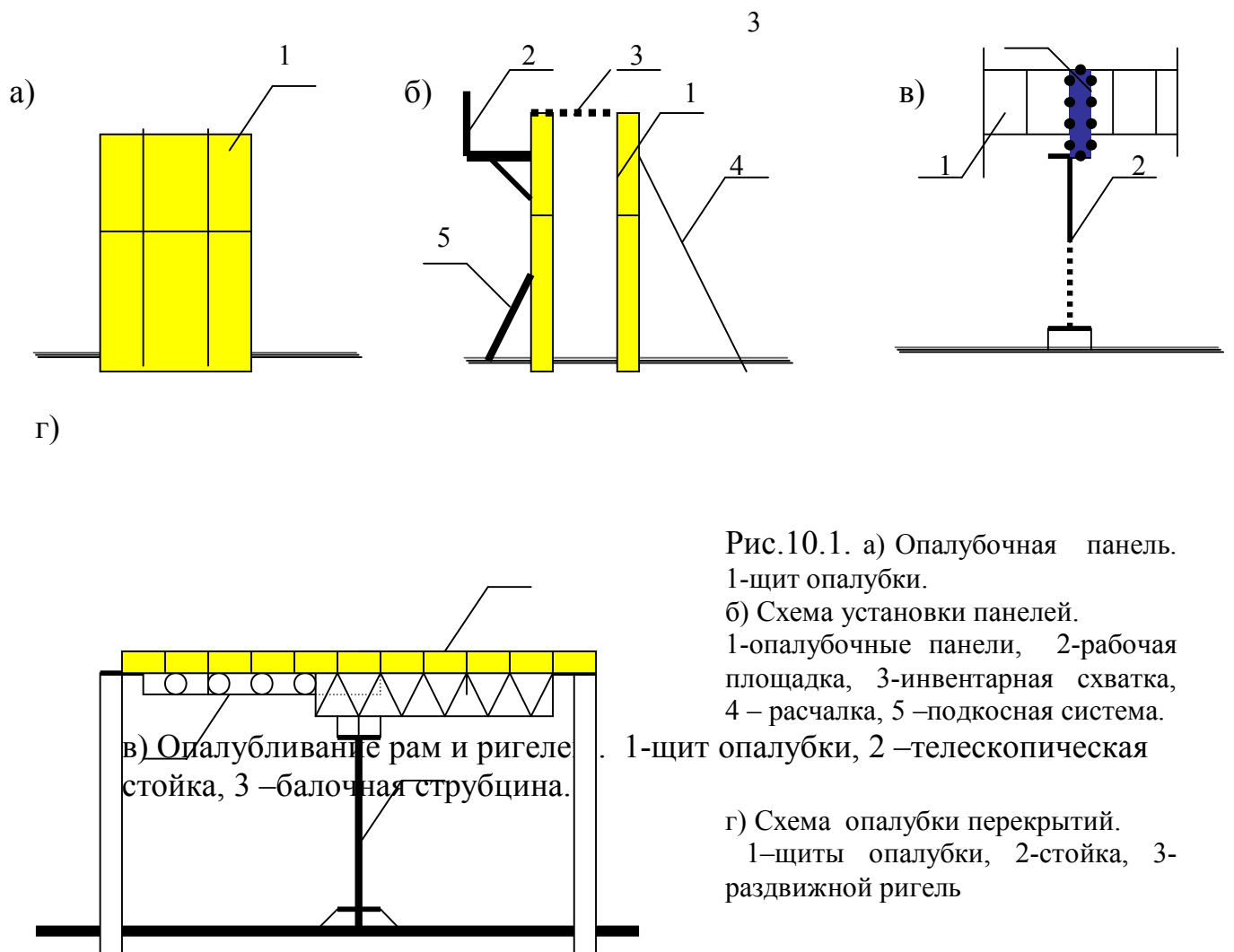
Таблица 10.4.

Изготовитель (организация, фирма )	Размер щита		Вес щита, кг.	Материал каркаса	Тип соединения	Оборачи- ваемость, циклов
	ширина м.	высота м.				
1.ЦНИИОМТП- -«Монолит» (СССР)	0,3; 0,4; 0,5; 0,6.	0,9; 1,2; 1,5; 1,8.	16,9 – 32	Сталь	Замки, клинья.	Сталь-70 Фан.- 50
2. ДОКА «Фрамакс»	0,3; 0,6; 0,9;1,35.	2,7; 1,35; 3,3	31,1 – 251,5	Сталь	Клиновые и вин- товые зажимы	Ал. – 300 Фан – 200
3. МЕВА (Герм.) «Алу-стар»	0,25;0,3; 0,45;0,5; 0,55;0,9;	1,35; 2,7	10,1 – 48	Алюминий	Замки	Фан. – 250
4. ДАЛЛИ	0,2... 0,75 (шаг 5см)	0,88;1,32 2,64 2,7	до 60  52 - 328	Сталь  Сталь	Винтовые зажи- мы  Замковое	Фан – 350  Фан – 300 Ст. – 100 Ал. - 300
5. ПЕРИ «Трио-270»	0,3...1,2					

Для возведения монолитных стен, колонн, рам, балок и перекрытий из мелкощитовой опалубки монтируются крупные панели размером на комнату или равным шагу колонн. Укрупнительная сборка производится непосредственно в зоне установки опалубки или на приобъектной сборочной площадке. Готовая панель подаётся к месту установки краном. Для обеспечения устойчивости используются подкосные системы, снабжённые домкратами. При возведении стен высотой более 2м дополнительно используют расчалки.

При бетонировании рам, ригелей, балок применяются поддерживающие элементы –инвентарные стойки с балочными струбцинами. Стойки выполняются телескопического типа с изменяемой высотой 2 – 5м, а струбцины изменяют ширину захвата, что позволяет одним комплектом производить опалубку конструкций с различными геометрическими размерами.

Используя мелкощитовую опалубку, возводят монолитные перекрытия и покрытия. В качестве опорных элементов используют балки в виде раздвижных ригелей, которые позволяют перекрывать пролёты до 6 м. При устройстве перекрытий большего пролёта (до 14м) используют промежуточные опоры из телескопических стоек и пространственных опор, оснащённых механическими домкратными системами. На раздвижные ригели, установленные с заданным шагом, укладывают щиты опалубки, которые фиксируются к верхним поясам ригелей с помощью зажимов, и с помощью клиновых зажимов между собой.



### Крупнощитовая опалубка.

Опалубочные системы этого типа включают в себя щиты размером 3...20м повышенной несущей способности и применяется для конструкций с большими опалубливаемыми поверхностями. Увеличение размеров щитов опалубки позволяет резко снизить трудоёмкость работ по опалубливанию конструкций и повысить степень механизации работ. Высота щита принимается равной высоте яруса при бетонировании. Крупнощитовая опалубка наиболее универсальна и мобильна в использовании и позволяет значительно улучшить качество конструкций за счёт снижения количества сопряжений.

Крупнощитовая опалубка применима практически для всех конструктивных элементов зданий: фундаментов, наружных и внутренних стен, перекрытий, колонн. Конструктивно опалубка состоит из следующих элементов: самонесущих щитов опалубки, включающих в себя палубу, элементы жёсткости щита и несущие конструкции; рабочие площадки и подмости; подкосы, регулировочные механизмы и домкраты, применяемые для обеспечения устойчивости опалубки и выверки её в проектное положение.

Крупнощитовую опалубку стен устанавливают в два этапа. Сначала монтируют арматурный каркас, затем – опалубку с одной стороны стены на весь этаж, а на последнем этапе – опалубку со второй стороны.

Бетонную смесь в опалубку укладывают сверху с подмостей (консольного типа), закреплённых с наружной стороны щита. Бетонирование стен ведут участками, границами обычно служат дверные проёмы. Смесь укладывается слоями, толщиной 30...40см, в несколько точек, с уплотнением глубинными вибраторами. В качестве ведущих машин бетоноукладочных комплексов применяются автобетононасосы или башенные краны (подача бадей, обеспечение работы бетононасосов или транспортёров).

Для бетонирования перекрытий используется, так называемая «столовая опалубка». Она состоит из набора модульных элементов, позволяющих собирать опалубку при длине щита до 12м, ширине до 5,6м и высоте от уровня стоянки в диапазоне 1,75...10м. Распалубливание осуществляется за счёт снижения высоты опор стола. Далее опалубку выкатывают из-под перекрытия и переставляют в другое место. Монтаж и перестановку выполняют траверсой «утиный нос».

**Типы крупнощитовых опалубок** Таблица 10-5

Фирма-изготовитель	Размеры НхВ, м	Материал	Оборач. циклов	Соединения
Мева (Маммут)	3x2,5...1,25x0,75	Сталь		Замковые и винтовые .
Тиссен (Манто)	3,3-0,6x3,3x0,45	Сталь оцинкованная		Сжимы
НОЕ (Тор 2000)	3,3...2,65x2,65..0,5	Сталь Алюминий	90-палуба 500-рама	Стяжка замка

### 10.4.2. Объёмно- переставная опалубка.

Объёмно- переставную опалубку изготавливают в виде крупноразмерного объёмного блока. Блок состоит из отдельных П- образных или Г- образных секций, у которых верхняя поверхность служит палубой для плит перекрытий, а боковая – для стен. Отдельные секции и блоки, соединяясь друг с другом образуют «тоннели» на квартиру или всю ширину здания. Секции могут изменять свою ширину в зависимости от принятого шага стен и иметь различную длину. Длина Г-образных секций (конструкции ЦНИИОМТП) -0,625; 1,2; 2,5м для высот этажа 2,8 и 3м, при толщине стен 12...30см.

Объёмно- переставную опалубку применяют для зданий с чётко выраженной сотовой структурой, образуемой монолитными стенами и перекрытиями. Фасадные части здания оставляют открытыми, для извлечения опалубки. Конструктивно они выполняются из сборных элементов или кирпича (шлакоблоков).

Объёмно- переставная опалубка разделяется на вертикально-извлекаемую и горизонтально-извлекаемую. Основная секция горизонтально-извлекаемой опалубки состоит из двух Г-образных щитов с регулируемыми подкосами. Обе половины секции соединяются между собой шарнирно-распалубочным механизмом. В средней части палубы имеется центральная вставка, ширина которой зависит от толщины стены. Внизу боковых щитов располагаются катки и винтовые домкраты, с помощью которых опалубку поднимают на проектную отметку при её монтаже и опускают на катки при демонтаже. Демонтаж опалубки производится путём выкатки отдельных секций на выносные подмости и подъём с них краном.

Вертикально-извлекаемая опалубка применяется при отдельном способе устройства перекрытий, когда объёмно- переставная опалубка предназначена только для бетонирования стен. В этом случае демонтаж выполняется через специально оставленные проёмы в перекрытиях.

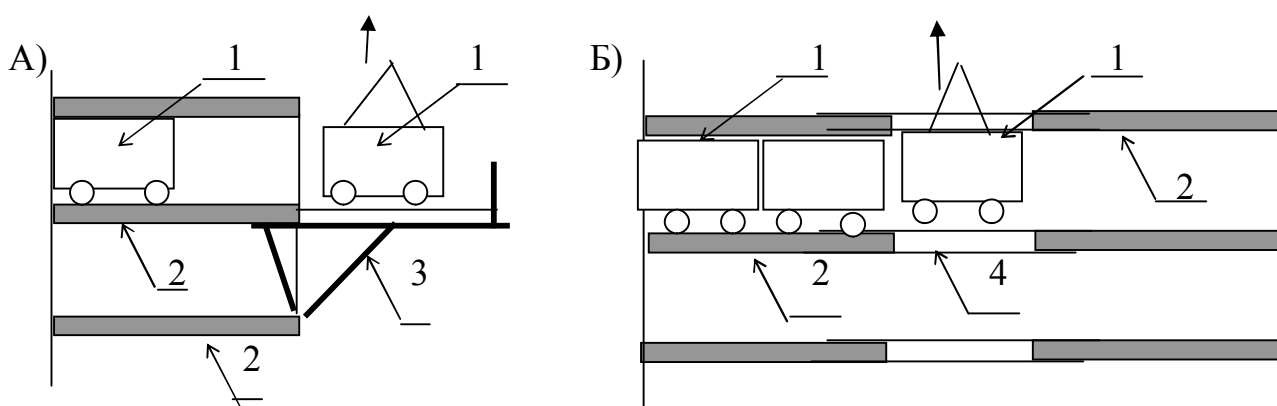


Рис. 10.2. Демонтаж объёмно-переставной опалубки.

А) Горизонтально-извлекаемая;      Б) Вертикально-извлекаемая.

1 – секция опалубки; 2 – монолитное перекрытие; 3 – выносные подмости; 4 – монтажный проём (бетонируется в щитовой сборно-разборной опалубке).

Опалубочный блок из готовых секций собирается на всю ширину здания. Секции устанавливаются на рельсовые пути, устанавливаемые вдоль бетонированных стен, по которым секции можно перемещать внутри здания. Боковые панели служат внутренней опалубкой монолитных стен, а верхние – опалубкой перекрытия.

Для установки в рабочее положение нижняя часть секции оборудована четырьмя катками (шаровыми опорами) для передвижения по рельсам и четырьмя винтовыми домкратами (по два с каждой стороны), которые располагаются выше опор. С помощью домкратов секцию можно поднимать при установке в рабочее положение и опускать при распалубке.

Рабочий горизонт на каждом этаже устраивается на 10...15см выше отметки перекрытия, с выпусками арматуры (для удобства опалубочных и арматурных работ. На каждом горизонте осуществляется разбивка осей стен, разметка мест установки опалубки и устройство маяков стен (при надобности).

Стены зданий имеют небольшую толщину и бетонруются вместе с перекрытием, поэтому при составлении технологических карт и при производстве работ особое внимание следует уделить арматурным работам (очередности монтажа армоизделий).

В торцах здания, как правило, применяется крупнощитовая опалубка, устанавливаемая на консольные подмости. Для образования оконных и дверных проёмов на опалубке закрепляются специальные вставки (проёмообразователи).

Бетонную смесь укладывают между тоннелями опалубки для бетонирования и образования стен здания, а также на сами секции, осуществляя бетонирование перекрытий. После того, как бетон набрал распалубочную прочность, опалубку демонтируют, не разбирая на составные элементы. Для извлечения опалубки из забетонированной секции элементы верхней панели опускают с помощью домкратов, а боковые панели отодвигают от стен. Затем опалубку на катках перемещают к месту строповки и извлечения краном для очистки, осмотра и перестановки в другую позицию.

Объёмно – переставная опалубка позволяет добиться снижения трудоёмкости опалубочных работ и делает процесс возведения монолитных конструкций зданий более индустриальным.

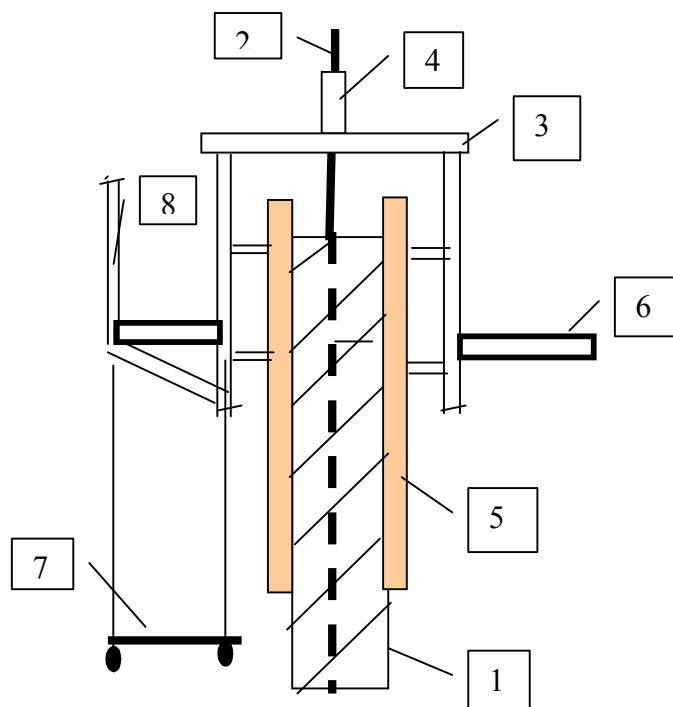
### 10.4.3. Скользящая опалубка.

Скользящая опалубка применяется для бетонирования вертикальных конструкций зданий (стен, перегородок, ядер жёсткости, лифтовых шахт и др.). Она представляет собой пространственную опалубочную систему, установленную по периметру стен и поднимаемую по мере их бетонирования гидродомкратами.

Рис. 10.3

Схема скользящей опалубки.

1. Бетонируемая стена
2. Домкратный стержень
3. Домкратная рама
4. Гидродомкрат
5. Опалубочные щиты
6. Рабочий пол
7. Наружные подвесные подмости
8. Ограждение подмостей



Основная опорная конструкция – система опорных стержней, на которые опирается домкратная рама, к которой закреплены опалубочные щиты и навешены подмости. Внутри периметра стен устраивается рабочий пол, с которого ведутся работы. По рабочему полу монтируется разводка гидравлических трубопроводов и устанавливается пульт управления.

Гидродомкраты устанавливаются на опорные стержни и крепятся к домкратным рамам. Под действием рабочей жидкости домкраты перемещаются по стержням с заданной скоростью и тянут за собой всю систему.

Кроме гидравлических домкратов могут использоваться механические и электромеханические домкраты.

Для отечественных типов опалубок монолитные конструкции должны иметь следующие характеристики:

- Размерный модуль - 300мм;
- Расстояние между осями стен - 1500...7200мм;
- Высота этажа - 2800, 3000, 3300мм;
- Толщина стен наружных - 180...500мм;
- внутренних - 160...220мм;
- Толщина перекрытий - 120...200мм.



Бетонирование конструкций и сооружений в скользящей опалубке – точный процесс. Технологический поток состоит из армирования, укладки бетонной смеси, установки и извлечения проёмообразователей, контроля качества бетонирования, затирки поверхностей и др. Опалубку, щиты которой имеют высоту 1 – 1,2м, собирают на фундаментной плите таким образом, чтобы её внутренние размеры соответствовали поперечному сечению бетонируемых конструкций. Вся система через домкратные рамы опирается на стальные стержни диаметром 25...50мм, передающие нагрузку на фундаменты.

Интенсивность бетонирования зависит от темпа арматурных работ, применяемой технологии укладки бетонной смеси и продолжительности выдерживания бетона до набора им расчётной прочности. Оптимальную скорость подъёма скользящей опалубки определяют из условия достижения бетоном распалубочной прочности при минимальном её сцеплении с палубой:

$$V_{\text{оп}} = (H_{\text{оп}} - a - h_{\text{сл}}) / t_p,$$

где,  $H_{\text{оп}}$  – высота опалубки, см;  $a$  – расстояние от уложенного бетона до верха опалубки, см.;  $h_{\text{сл}}$  – высота укладываемого слоя бетона, см. ;  
 $t_p$  - набора бетоном требуемой распалубочной прочности, час.

К месту укладки бетонную смесь подают краном в бункерах с выгрузкой её небольшими порциями на рабочий пол или бетононасосом с распределительной стрелой непосредственно в опалубку. Заполняют опалубку слоями толщиной 25-30см по всему периметру стен. Каждый последующий слой смеси укладывается после уплотнения предыдущего слоя и до начала его схватывания. Уплотняют смесь глубинными вибраторами (ИВ –47 или ИВ – 67). Продолжительность вибрирования зависит в зависимости от вида и подвижности бетонной смеси в пределах 10...40сек. При использовании литых бетонных смесей виброуплотнение производится только в местах соединений и углах конструкций, а также в зонах с высокой насыщенностью арматурой. При подаче бетонной смеси бетононасосом до начала бетонирования необходимо смонтировать автономную распределительную стрелу или иной распределитель бетонной смеси. При этом оптимальный вылет стрелы определяется исходя из размеров здания с учётом равномерного распределения бетонной смеси по всему периметру опалубки.

Параллельно с укладкой бетона выполняют армирование стен. Подачу армоизделий и других расходных материалов производят башенным краном или лебёдкой. Использование опалубки с увеличенным шагом домкратных рам позволяет вести монтаж арматуры целыми армокаркасами или армоблоками.

Бетонирование расчётного яруса (обычно этажа) ведётся непрерывно в две или три смены. Остановка допускается только по технологическим соображениям (корректировка горизонтальности системы, устранение дефектов).

После возведения стен на высоту одного этажа приступают к монтажу сборных элементов.

Междуэтажные перекрытия быть устроены несколькими способами:

а) Сборно-монолитные перекрытия. Сборные ж/бетонные плиты устанавливаются в проектное положение после окончания бетонирования стен и демонтажа скользящей опалубки. Плиты перекрытий устанавливаются на монтажные столики и имеют выпуски рабочей арматуры, которые свариваются с аналогичными выпусками стен. После сварки монтажный участок омоноличивается.

К недостаткам этого способа следует отнести «слепой» способ монтажа плит, а это вызывает много трудностей. Здание в этом случае нужно рассчитывать на восприятие горизонтальных нагрузок при работе без перекрытий, что ведёт к усилению армирования стен. Кроме этого примерно в 1,5 раза возрастает трудоёмкость (по сравнению с монолитным вариантом), на 10% расход металла, на 15% накладные расходы.

б) Монолитные, бетонлируемые «снизу вверх» после возведения стен.

Перекрытия выполняются после демонтажа скользящей опалубки, начиная с нижнего этажа. Применяется сборно-разборная щитовая опалубка для перекрытий, с опорой на нижележащий этаж через стойки. Бетонирование ведётся поэтажно, к работам на новом ярусе приступают только после полного завершения работ на предыдущем перекрытии и набора расчётной прочности бетоном (с учётом нагрузок от опалубки и свежеложенной бетонной смеси).

в) Совмещённый способ. Бетонирование перекрытий совмещается с возведением стен. Для удобства ведения работ внутренние щиты опалубки делают короче наружных на толщину перекрытия. После завершения бетонирования стен на этаже скользящая опалубка останавливается строго на уровне перекрытия. Армирование и бетонирование производится через специальные проёмы в рабочем настиле, что очень неудобно с точки зрения производства работ.

Эта технология сложная и трудоёмкая.

г) Бетонирование «сверху-вниз». Способ применяется при возведении стен на полную высоту. Не демонтируя скользящую опалубку, на её рабочем настиле устанавливают специальные лебёдки с гибкими тягами, на которые подвешивается инвентарная опалубка перекрытий, состоящая из телескопических прогонов и щитов. Бетонирование, при помощи бетононасосов ведётся от верхнего перекрытия к нижнему. После приобретения бетоном распалубочной прочности опалубка отрывается от бетона и перемещается вниз на отметку следующего этажа. Для пропуска тяг в перекрытиях предусматриваются монтажные проёмы.

д) Бетонирование с отставанием на 2-3 этажа. Это частный случай способа «снизу-вверх». Применяется в большинстве случаев. Удобен при многозахватной системе организации работ, при наличии нескольких комплектов опалубки.

#### 10.4.4. Несъёмная опалубка.

В современном строительстве широкое применение нашли различные виды несъёмных опалубок. Несъёмная опалубка отличается от других видов опалубок тем, что после укладки бетонной смеси и завершения последующих процессов остаётся в теле забетонированной конструкции и работает с ней как одно целое. Несъёмная опалубка несёт следующие функции:

- образует форму сооружения (конструкции);
- улучшает архитектурную выразительность конструкции;
- защищает бетон от атмосферных воздействий;
- повышает прочностные характеристики конструкции;
- улучшает режим твердения бетона;
- улучшает теплоизоляционные характеристики стен.

Конструктивно несъёмная опалубка выполняется в виде объёмных, плоских, ребристых и профильных опалубочных элементов.

В практике гражданского и жилищного строительства несъёмная опалубка используется при устройстве фундаментов (унифицированные дырчатые блоки УДБ); наружных и внутренних стен, колонн (железобетонные и армоцементные плиты, панели и оболочки); перекрытий (профилированный настил); архитектурного оформления (облицовочные плиты).

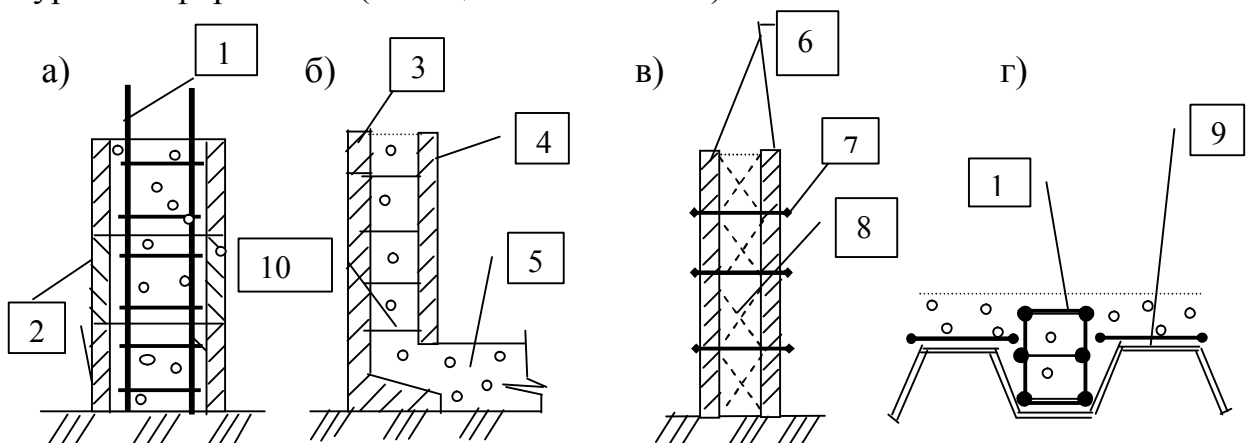


Рис. 10.4. Конструктивные схемы несъёмных опалубок:

а) унифицированные дырчатые блоки УДБ; б) железобетонные плиты углового типа; в) плоские плиты; г) профилированный настил.

1 – армокаркас, 2 - дырчатые блоки, 3 – ж/б плита углового типа, 4 – плоская облицовочная плита, 5 - бетон заполнения, 6 – плоские плиты (панели), 7 – стяжные болты, 8 – арматурные изделия, 9 – профилированный настил, 10 – соединительные элементы.

Несъёмная опалубка изготавливается из следующих материалов: железобетона, армоцемента, фибробетона, металлического профиля, металлической сетки с мелкой ячейкой, асбестоцемента, стеклоцемента.

В состав несъёмной опалубки могут входить армоэлементы. Крепление элементов опалубки между собой производится различными соединительными элементами, а к армокаркасам проволочными скрутками или тяжами с болтами.

Технология производства работ при применении несъёмной опалубки предусматривает опалубочные, арматурные и бетонные работы. Ввиду многообразия видов опалубки разработаны различные способы монтажа несъёмной опалубки, во многих случаях совмещённые с армированием.

Опалубочные блоки и элементы устанавливаются попарно, с обязательным креплением между собой. Если необходимо по конструктивным особенностям монтаж разделяется на этапы: установка наружных элементов, армирование, установка внутренних элементов, бетонирование. Монтаж производится с помощью различных кранов (в зависимости от веса элемента и его положения в конструкции). Некоторые виды несъёмной опалубки предназначенной для малоэтажного строительства устанавливаются вручную.

Арматурные работы заключаются в установке плоских и пространственных каркасов в соответствии с арматурными чертежами и технологическими картами.

Бетонирование конструкций в несъёмной опалубке производится по общим правилам бетонирования. Во многих случаях армирование бывает достаточно сложное, поэтому следует применять литые смеси.

Главным достоинством несъёмной опалубки является отсутствие распалубочных работ. Технико – экономические анализы показывают, что возведение монолитных железобетонных конструкций с применением несъёмной опалубки, по сравнению с традиционными видами опалубок, позволяет снизить трудоёмкость опалубочных работ в 2-3 раза, а полную трудоёмкость по возведению монолитных конструкций на 20-30%.

12 лней

График производства работ по возведению монолитных стен и сборного перекрытия. (2 комплекта опалубки, 8 дней). Таблица 10.2.

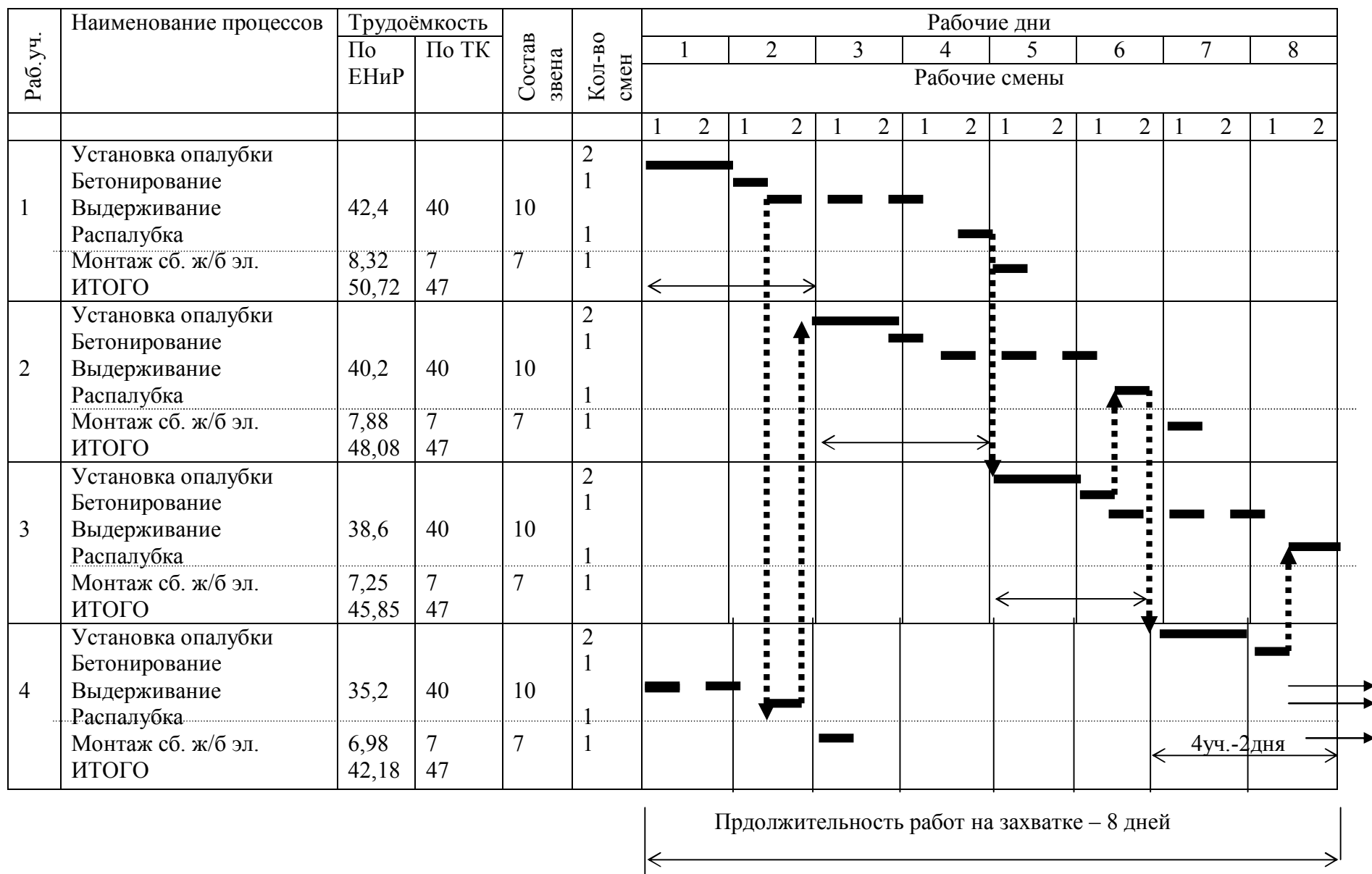
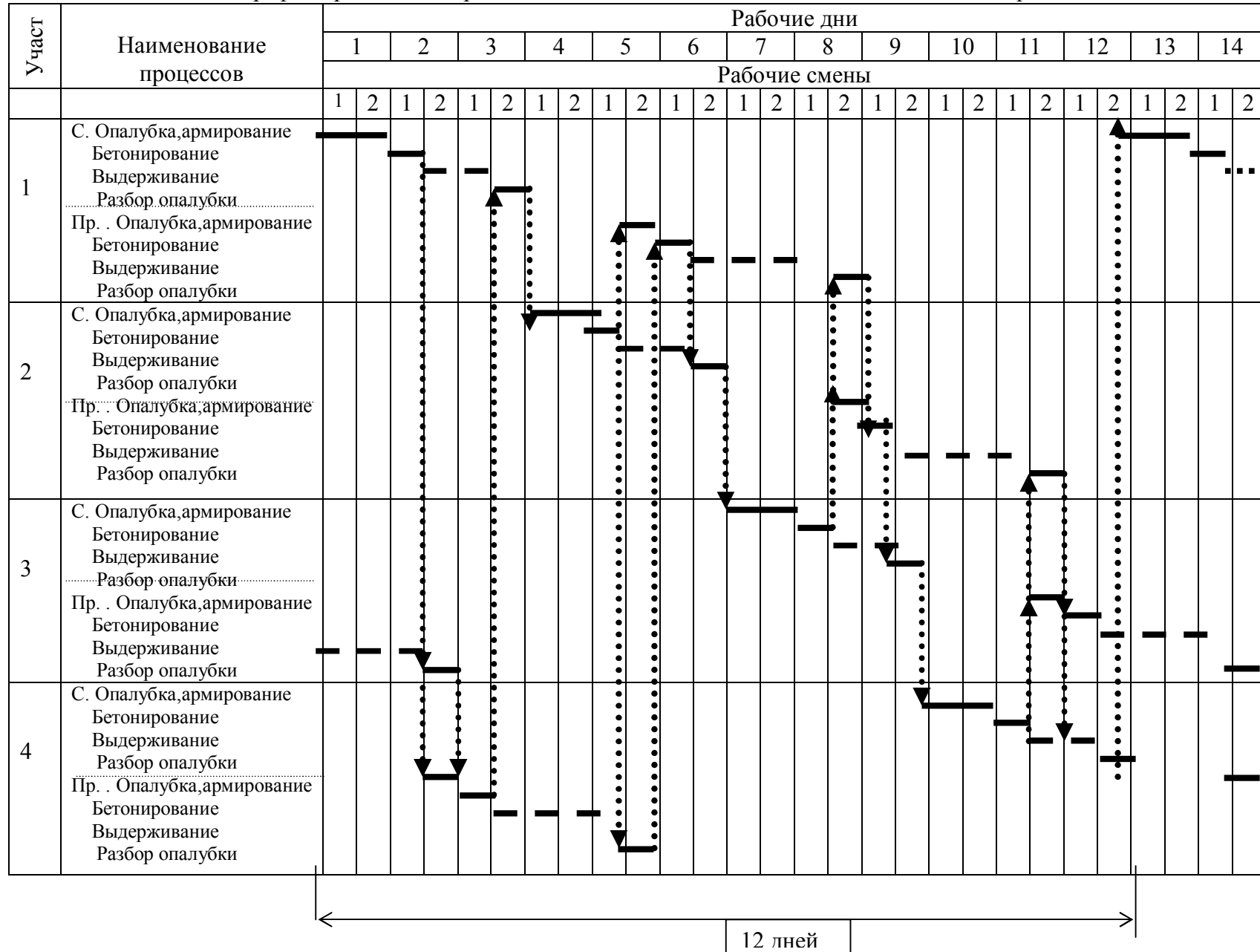


График производства работ по возведению типового этажа в монолитном варианте.

Таблица 10.3.



## 11. Возведение зданий методом подъёма перекрытий

Возведение зданий методом подъёма перекрытий является одним из перспективных направлений промышленного и гражданского строительства, позволяющий сократить расход строительных материалов и затраты труда, а также способствует улучшению архитектурных решений зданий. Этот метод является универсальным и пригоден для осуществления строительства зданий в крупных городах с развитой базой стройиндустрии и на вновь осваиваемых территориях. Он обеспечивает возможность возведения зданий различного назначения и этажности, любого размера и конфигурации в плане. Этот метод очень эффективен в сейсмических районах благодаря применению цельных неразрезных плит перекрытий, выполняющих роль горизонтальных диафрагм, обеспечивающих поперечную жёсткость здания, а также при необходимости строительства в стеснённых условиях, исключающих применение кранов.

Метод подъёма эффективен при возведении зданий в 5...30 этажей с широким шагом колонн и свободными объёмно-планировочными решениями (административные, учебные, научные здания; торговые комплексы; отели и гостиницы; жилые здания).

Рис.11-1. Схемы зданий возводимых методом подъёма перекрытий.



- а) ж/б плиты перекрытия, опёртые на колонны ;  
б) ж/б плиты перекрытия, опёртые на ядро жёсткости и колонны;  
в) система консольных этажей ; г) система подвесных этажей.

1 – колонны; 2 – плиты перекрытий; 3 – ядро жёсткости; 4 – конструкции консольного этажа; 5 – несущий оголовок; 6 – система подвесок.



**Сущность возведения зданий методом подъёма перекрытий заключается в предварительном изготовлении на уровне земли крупногабаритных плит перекрытий, которые затем по направляющим опорам (колоннам) домкратами поднимаются вверх и закрепляются на проектных отметках.**

При строительстве зданий методом подъёма этажей на уровне земли из сборных конструкций или монолитного бетона изготавливают пакет всех плит перекрытий этажей и кровли. Готовую крышу поднимают до заданной отметки с помощью подъёмного оборудования и закрепляют на колоннах. После этого на верхней плите пакета монтируют элементы этажа и поднимают его на заданную отметку. Аналогично монтируют и последующие этажи.

Строительно-монтажные работы организуются по многоциклической схеме:

- Устройство подземной части (нулевого цикла);
- Возведение ядер жёсткости;
- Монтаж колонн первого яруса;
- Изготовление пакета плит перекрытия
- Подъёмно-монтажные работы;
- Монтаж (устройство) наружных ограждающих конструкций;
- Отделочные и специальные работы, монтаж оборудования.

Устройство подземной части включает в себя: отрывку котлована, устройство монолитных или сборных фундаментов под колонны, бетонирование фундамента под ядро жёсткости, обратную засыпку пазух фундаментов. Производство работ данного цикла осуществляется с применением землеройной техники и бетоноукладочных комплексов.

К отличительным особенностям зданий этого типа следует отнести отсутствие подвальных этажей и необходимость подготовки основания для изготовления пакета плит перекрытия путём устройства подсыпки и уплотнения грунта до верхней грани фундамента. Уплотнение ведётся виброкатками и виброплитами.

#### **Возведение ядер жёсткости.**

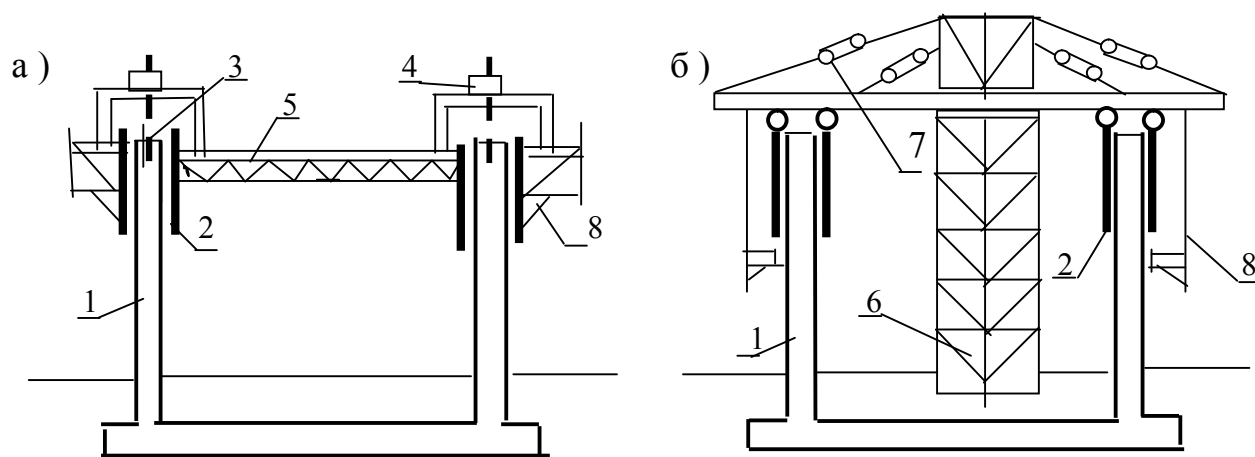
Пространственная жёсткость здания обеспечивается совместной работой железобетонного ядра жёсткости с каркасом, соединённых между собой шарнирно. Ствол ядра жёсткости представляет собой тонкостенную полую пространственную конструкцию из тяжёлого бетона. Размеры ядра определяются из условия обеспечения им необходимой прочности и жёсткости, с учётом габаритов лестничной клетки, вертикальных коммуникаций и др.

Железобетонные монолитные ядра жёсткости возводят в переставной и скользящей опалубках, как самостоятельные конструкции на всю высоту здания. Скользящая опалубка применяется по стандартной схеме производства работ для этого типа опалубки. При возведении ядра в переставной опалубке

опорами для опалубочных щитов и рабочего настила служат трубчатые леса внутри ствола, а подъём осуществляется с помощью механических устройств и ручных талей. Для монтажных работ используются башенные краны на рельсовом ходу, приставные или самоподъёмные, смонтированные внутри ядра жёсткости. Для зданий до 16 этажей применяется способ возведения ядра жёсткости с плиты кровли с помощью специального устройства с несущей платформой, опирающейся на колонны каркаса.

Бетонная смесь для укладки в конструкции подаётся бетононасосами или поворотными бункерами. Для подачи арматуры, закладных деталей и коробов используются малогабаритные краны, устанавливаемые на кровлю.

Рис.11.2. Схемы возведения стволов ядер жёсткости.



а) – в скользящей опалубке; б) – в переставной опалубке.

1 – ствол ядра; 2 – щиты опалубки; 3 – опорные стержни;

4 – домкрат; 5 – рабочая площадка; 6 – опорные конструкции;

7 – блоки и полиспасты; 8 – навесные подмости.

Внутри ядра жёсткости обустройство ведётся, как правило, из сборных элементов.

### Монтаж колонн первого яруса

Для каркаса зданий применяют гладкие бесконсольные железобетонные или стальные колонны сечением 0,4x0,4 или 0,45x0,45м с прямоугольными поперечными отверстиями размером 150x60мм; их используют для установки закладных штырей, на которые опирают плиты. Конструкции колонн должны обеспечивать установку подъёмников на торце колонны или «в обхват».

При расчёте колонн нужно всегда учитывать эксплуатационные особенности: колонны служат опорами не только в период эксплуатации здания, но и в период возведения (являясь опорами для временно закрепляемых перекрытий

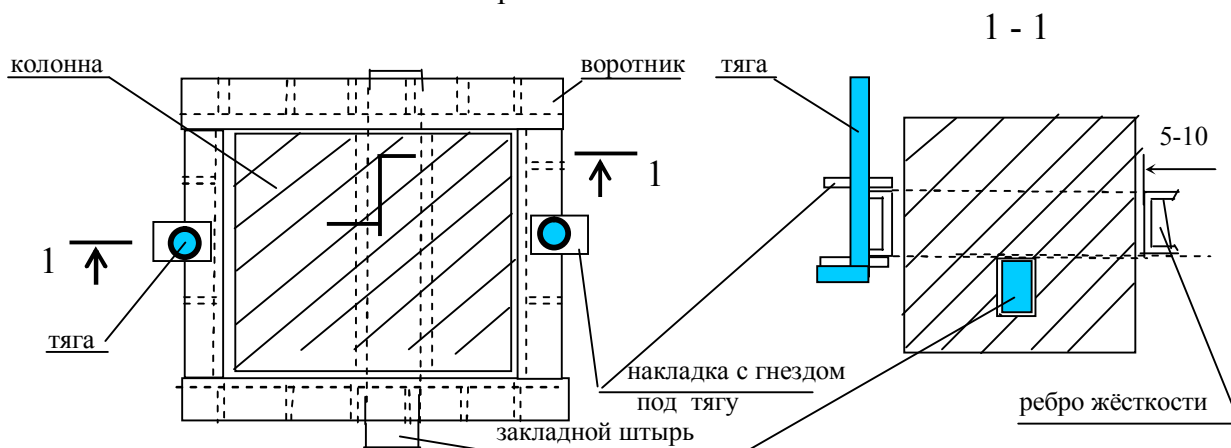
и подъёмников). Кроме того колонны являются направляющими при перемещении перекрытий и этажей.

Порядок монтажа колонн определяется технологической подъёмно-монтажной схемой здания и количеством комплектов подъёмников. Основные строительные процессы:

- тщательные геодезические работы (выверка) при установке колонн в фундаменты и омоноличивание стыков (колонна-фундамент);
- изготовление воротников и нанизывание их на колонны;
- установка и выверка подъёмного оборудования.

Перед подъёмом плит перекрытия на колонну надевают стальные воротники, представляющие собой квадратные рамы из прокатного профиля. При бетонировании их замоноличивают в плите перекрытия. Воротники, обрамляющие отверстия в плитах перекрытий, служат для крепления подъёмных тяг и передачи нагрузки с плиты перекрытия на колонны.

Рис.11.3. Металлический воротник.

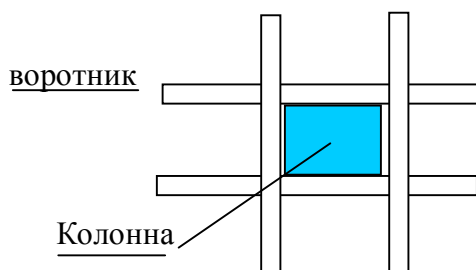


Различаются два вида воротников: короткие и длинные.

Короткий воротник показан на рис.11.3. применяется для гладких плит при пролётах до 6м и временных нагрузках до  $500\text{кг/м}^2$ , а также для кессонированных плит.

При пролётах более 6м и нагрузках выше  $500\text{кг/м}^2$  применяются длинные воротники, выполненные в виде рамок с длинными консолями.

Рис. 11.4.  
Длинный воротник



Количество воротников должно быть равно количеству плит в пакете. Воротники подвешиваются к колоннам на проволочных скрутках.

Колонны в зависимости от их конструкции и высоты здания устанавливаются на всю высоту здания либо монтируются по ярусно в процессе подъёма плит. Первый ярус колонн устанавливается до начала изготовления пакета плит перекрытий. Колонны рекомендуется монтировать непосредственно с транспортных средств без дополнительного складирования на стройплощадке.

Освободить колонну от строповки следует после надёжного её закрепления, а окончательное закрепление производить только после тщательной выверки.

### **Изготовление пакета плит перекрытий**

При применении метода подъёма перекрытий экономически и технологически целесообразно изготавливать несколько плит перекрытий (по принципу слоёного пирога) – так называемый «пакет плит». Для этого необходимо подготовить специальную выровненную поверхность – поддон.

В качестве поддона используется:

- пол нижнего этажа;
- перекрытие, установленное на соответствующей отметке;
- специальная конструкция (из металла или дерева).

Поверхность поддона должна быть горизонтальна, тщательно выверена и на неё должно быть нанесено не менее двух слоёв специальной смазки – разделительного слоя. В поддоне необходимо предусматривать гнёзда, пробки и другие приспособления для обеспечения изготовления плит перекрытий с любыми конструктивными особенностями.

К особенностям плит перекрытий можно отнести то, что верхняя поверхность каждой плиты является поддоном для следующей, кроме этого она после установки в проектное положение она будет потолком в помещении. Поэтому верхние поверхности плит затирают и шлифуют.

Плиты перекрытий в пакете начинают изготавливать после завершения всех работ по возведению ядер жёсткости и установки колонн 1 яруса. При изготовлении пакета плит перекрытий выполняются следующие операции:

- устанавливается бортовая опалубка по периметру плит перекрытий;
- устанавливается очередной воротник (на каждой плите);
- при помощи крана подают и устанавливают арматурные изделия, скрепляют их между собой и приваривают к воротнику;
- подача, укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за твердеющим бетоном;
- затирка и шлифовка лицевой поверхности;
- нанесение разделительного слоя;
- перемещение бортовой опалубки в следующее положение (для бетонирования очередной плиты).

Подача и укладка бетонной смеси производится автобетононасосом, краном и бадьёй, контейнером-бетоноукладчиком и др. механизмами.

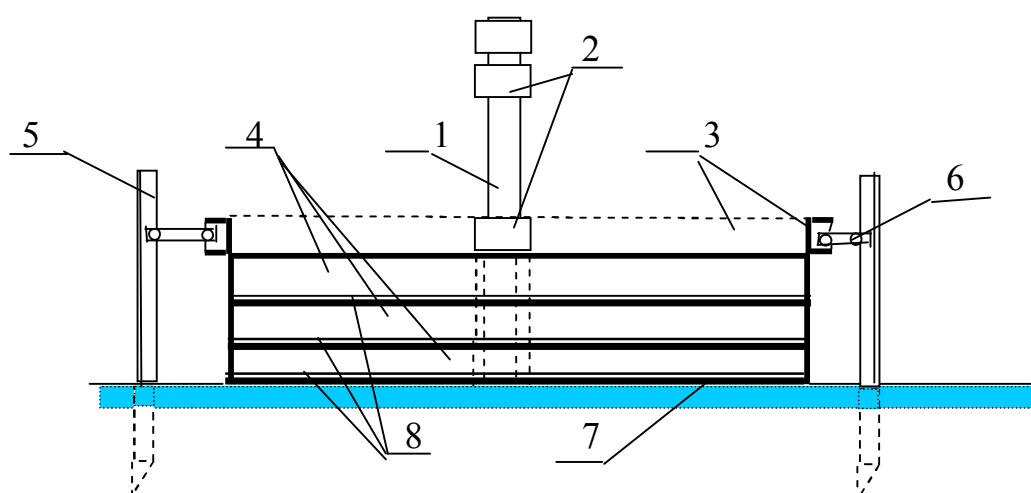
Бетонную смесь укладывают полосами шириной 3м. уложенную бетонную смесь сначала уплотняют глубинным вибратором, затем выравнивают виброрейкой и заглаживают затирочной машиной через 4 часа.

Разделительный слой наносится на поверхность плит для предотвращения сцепления (адгезии) свежееуложенного бетона с бетоном нижней плиты. Покрытие состоит из двух слоёв и наносится отдельно:

- первый слой (лак «этиноль» с добавлением казеинового клея), толщиной 1мм, набрызгивается краскопультот за два раза;
- второй слой (казеиново-меловая паста), наносится валиком.

Время высыхания каждого слоя примерно 2 часа.

Рис. 11.5. Схема изготовления пакета плит перекрытия.



1 – колонна, 2 – воротники, 3 – бортовая опалубка, 4 – пакет плит перекрытия, 5 – стойка ( [ № 16...22), 6 – хомут, 7 – поддон, 8 – разделительные слои.

### Подъёмно – монтажные работы.

Подъёмно-монтажные работы начинаются через 8-10 дней после окончания бетонирования последней(кровельной) плиты перекрытия в пакете. В состав подъёмно-монтажных работ входят:

- установка подъёмников на проектных отметках (на каждом ярусе всех колонн);
- установка в подъёмник, заводка в плиту и закрепление в ней подъёмных тяг;
- подъём пакета или отдельных плит до промежуточных или проектных отметок, с закреплением в колонны;
- наращивание (монтаж) колонн последующих ярусов;
- демонтаж и перестановка подъёмников.

На подъёмно-монтажные работы разрабатывается специальная схема (в составе проекта производства работ), в которой должен быть предусмотрен во всех подробностях порядок и очерёдность монтажа всех монтажных

единиц, «привязанный» к календарным срокам. Особое внимание следует обратить на устойчивость колонн каркаса, которая обеспечивается совместной работой основных элементов каркаса – колонн, плит перекрытий и ядра жёсткости.

Для перемещения перекрытий используются подъёмники, устанавливаемые на торце колонны или «в обхват» колонны. Подъёмники могут размещаться и в других местах (на ядре жёсткости, плитах кровли и перекрытий, на земле).

Наибольшее применение получили подъёмники с ограниченной высотой непрерывного подъёма конструкций (4...6м), которые после завершения очередной стадии подъёма перемещаются на следующую отметку.

Подъёмники применяются механические, электрические, гидравлические и с комбинированным приводом. Они оснащаются грузовыми тягами. Которые бывают гибкими и жёсткими. Чаще всего применяются жёсткие тяги, подразделяющиеся по характеру рабочей поверхности на винтовые, гладкие, профильные и плоские с отверстиями. Все тяги имеют механизмы фиксации конструкции в процессе подъёма.

Подъёмники с жёсткими тягами разделяются на 4 группы по грузоподъёмности: до 20т; 20-50т; 50-100т; свыше 100т. выбор подъёмника производится по грузоподъёмности с учётом конструктивной системы, принятого метода подъёма и массы поднимаемой конструкции.

Сравнительные характеристики подъёмников различных типов показаны в таблице 11.1.

Таблица 11.1.

Наименования показателей	Гидравлический подъёмник АП7	Электромеханический подъёмник	Гидроэлектрический подъёмник
<b>Количество в комплекте, шт.</b>	24	36	24
Грузоподъёмность одного подъёмника, т.	80	50	40
Грузоподъёмность комплекта, т.	1920	1800	960
Скорость подъёма перекрытий, м/ч	2,5	4	2
Мощность электродвигателя, кВт	52,2	97,2	5
Масса подъёмника (без тяг), кг.	1200	1100	750

Монтируют подъёмники монтажными средствами, используемыми при монтаже колонн или подаче бетонной смеси. Каждый подъёмник соединяется с пультом управления гибким кабелем и гидропроводом. Пульт управления размещается на плите покрытия.

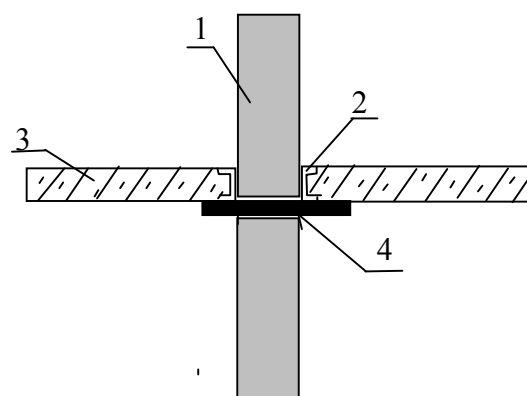
Плиты перекрытий в зависимости от грузоподъемности подъемника и массы плит можно поднимать по одной, попарно или пакетом по несколько плит. Первую плиту поднимают на 1,8м и временно её раскрепляют с помощью клиньев, затем освобождают тяги и обрабатывают нижнюю поверхность плиты под отделку. Далее её поднимают на отметку 1 яруса и временно закрепляют. Схема крепления плит перекрытия к колонне приведена на рис 11.5.

Затем монтируют колонны 2 яруса и продолжают подъем плиты на следующие промежуточные отметки. Закрепление плит на постоянных отметках производится по мере достижения ими проектных отметок.

Подъем плит перекрытий следует производить после достижения бетоном прочности не менее 70% от проектной. Отклонение отметок отдельных опорных точек на колоннах в процессе подъема не должно превышать 20мм.

Рис.11.5. Крепление плит перекрытий к колоннам.

- 1 – колонна,
- 2 – воротник
- 3 – плита перекрытия
- 4 – закладной штырь



### Обустройство этажей.

Обустройство этажей производится после установки перекрытий в проектное положение. Оно заключается в монтаже сборных или кладке мелкоштучных ограждающих конструкций стен; устройству перегородок; отделочных и специальных работах.

Для механизации монтажных и транспортных работ внутри этажа применяется самоходная мобильная тележка СМТ – 1.

Конструкции и детали, необходимые для внутренних работ загружаются на соответствующую плиту в процессе подъема или подаются монтажным краном (башенным или самоподъемным).

## 12. Возведение высотных зданий

### 12.1. Конструктивные схемы, применяемые механизмы

Высотные здания (выше 17этажей) обычно бывают компактными в плане, реже протяжёнными или сложного очертания. Конструктивно современные высотные здания являются каркасными – это железобетонный, стальной или комбинированный каркас с пространственным ядром жёсткости или с плоскими диафрагмами-связями (рис. 17.1.). Монтаж таких зданий осуществляется методом наращивания по вертикально-восходящей схеме с использованием приставных, передвижных и самоподъёмных кранов.

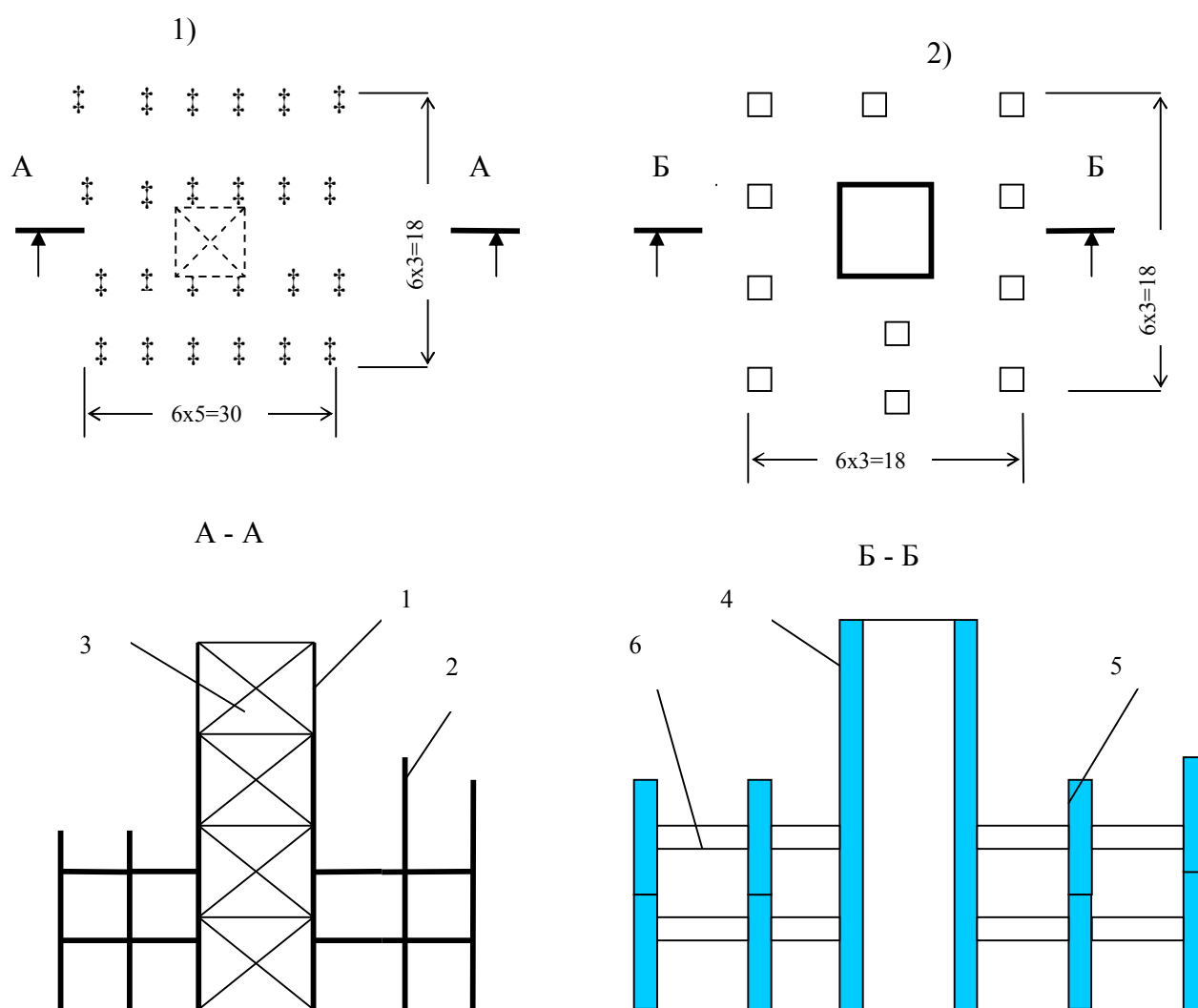


Рис. 17.1. Схемы высотных зданий: 1) - со стальным каркасом и ядром жёсткости; 2) - с железобетонным каркасом и ядром жёсткости и сборными плитами перекрытий; 1,4 – ядра жёсткости; 2 – металлический каркас; 3 – металлические связи; 5 – железобетонные вертикальные конструкции каркаса; 6 – сборные плиты перекрытий.



В большинстве высотных зданий предусмотрено ядро жёсткости, которое воспринимает горизонтальные нагрузки от примыкающих частей здания и обеспечивает устойчивость и пространственную жёсткость всего здания в процессе монтажа и эксплуатации. Ядра жёсткости обычно выполняют из железобетона, хотя в металлических каркасах ядро может быть стальным. Устройство ядра жёсткости опережает монтаж (или бетонирование) каркаса на несколько ярусов – не менее двух, но не более восьми. При этом следует учитывать время набора прочности бетоном до 70% для возможности продолжения производства работ.

Для надёжного соединения перекрытий монолитного каркаса с ядром жёсткости необходимо предусматривать проёмы или штрабы в стенке ядра с оголённой арматурой или закладными частями. Выполнение многочисленных стыковых узлов является трудоёмким процессом и требует значительного времени.

При возведении многоэтажных зданий принципиальное значение при выборе технологий производства работ имеет выбор подъёмно-монтажного оборудования. Применяются следующие типы кранов:

- § Стационарные приставные башенные краны с высотой подъёма крюка 100...150м, устанавливаемые на фундамент, вне контура здания, и подращиваемые по мере увеличения отметки монтажного горизонта. При подращивании ствола башни через 15...25м производится раскрепление крана распорками-обоймами, которые соединяются с конструкциями здания через проёмы в фасаде.
- § Самоподъёмные башенные краны, устанавливаемые внутри контура здания и опирающиеся на смонтированные конструкции. Краны передвигаются вверх по мере выполнения крановой сборки и крепятся к каркасу здания. Применяются при высоте зданий свыше 150м.
- § Комбинированные передвигно-приставные краны, используемые до отметок 50...55м как свободно стоящие и передвигающиеся по подкрановым путям, а на более высоких отметках работающие как стационарные приставные.
- § Наземные – башенные, гусеничные (в башенно-стреловом исполнении), рельсовые, пневмоколёсные; они должны иметь значительную высоту подъёма при необходимой грузоподъёмности. Применяются при строительстве зданий высотой до 70м.

Самоподъёмные и приставные краны могут быть оборудованы горизонтальными стрелами с подвижной кареткой или подъёмными стрелами с грузовым полиспастом на конце стрелы.

## 12.2. Способы монтажа зданий

### **Железобетонный каркас**

Железобетонный каркас высотных зданий может быть сборным, из отдельных элементов (колонны, ригели, плиты перекрытий); монолитным, рамной конструкции с безбалочным перекрытием; комплексной конструкции (монолитный каркас и сборные плиты перекрытий и навесные фасадные панели). В каждом конкретном случае выбирается индивидуальная техно-логия монтажа учитывающая проектно-конструктивные особенности, местные условия, технологические возможности подрядчика и др. причины.

При любой технологии процесс возведения зданий разделяется на следующие циклы:

- § *Возведение подземной части.* Для этого цикла характерны значительные объёмы земляных работ и устройство монолитного фундамента, так как из-за значительных нагрузок фундаменты проектируются мощные и, (как правило), заглубленные, с подвалами в несколько ярусов.
- § *Бетонирование ядра жёсткости.* Большинство современных зданий проектируются с ядром жёсткости, которое выполняется в скользящей или переставной опалубке. Работы ведутся поярусно, с опережением устройства этажей на 2-3 (этажа).
- § *Монтаж сборных конструкций* или возведение монолитного каркаса. Выполняются по стандартным технологиям, с учетом затрат времени на подъём конструкций и грузов на значительную высоту.
- § *Внутрипостроечные работы* на ярусе. Они включают в себя многочисленные рабочие процессы и операции по обустройству этажей (ограждающие конструкции и их элементы, перегородки, строительная подготовка для инженерных сетей, сварочные работы и др.).
- § *Специальные и отделочные работы.*

Организация строительства предусматривает поточные методы производства СМР. Фронт работ разбивается на ярусы (как правило ярус-этаж) и захватки (от двух до четырёх на температурную секцию). На одну захватку выделяется специализированная бригада (звено) для выполнения законченного вида работ в течении расчётного времени ритма потока. При выполнении ведущих процессов бригада работает с одним основным комплектом машин и механизмов (монтажным краном, бетоноукладочным комплексом). При достаточно большом фронте работ организуется несколько специализированных потоков, ведущих работы одновременно.

При устройстве сборного ж/бетонного каркаса целесообразно применять групповые кондукторы и рамно-шарнирные индикаторы (РШИ). Широ-кое распространение получило использование крышевых кранов для монтажа стеновых панелей, элементов ограждений, подачи грузов в зону работ.

При бетонировании часто используют манипуляторы-распределители бетонной смеси со стрелами изменяемой геометрии.

### **Стальной и смешанный каркас**

Стальной каркас высотного здания состоит из колонн и ригелей, соединённых в двух направлениях жёсткими сварными узлами в рамные системы, воспринимающие вертикальные и горизонтальные нагрузки. Колонны изготавливаются сварными (двутаврового, квадратного, крестового сечения) из стандартных прокатных профилей. Торцы колонн обычно фрезеруют для повышения точности монтажа. Для обеспечения долговечности и огнестойкости стальной каркас армируют и производят обетонку.

Стальные ригели каркаса обычно бывают двутаврового сечения, сварные, с уширенной нижней полкой, на которую укладывают плиты междуэтажных перекрытий. Междуэтажные перекрытия могут компоноваться:

- § из главных и второстепенных балок (при полном стальном каркасе) с укладкой по ним сборных плит или бетонированием монолитного перекрытия;
- § только из главных балок (ригелей) с уширенной полкой, на которую укладывают сборные железобетонные плиты перекрытий;
- § из распорных железобетонных плит, укладываемых только по оси колонн, с закладными деталями для сопряжения сварными накладками плит смежных пролётов и ригелей;
- § из облегчённых или многопустотных плит перекрытий, свободно укладываемых в пазы стальных или железобетонных ригелей, но не привариваемых к ним (отсутствуют закладные детали).

Ядро жёсткости монолитное железобетонное или устраивается в виде замкнутой шахты из металлических конструкций. Все остальные элементы каркаса должны крепиться к этому ядру жёсткости, а каждое перекрытие представлять единую жёсткую и неизменяемую горизонтальную плоскостную систему (диск).

Возведение зданий со стальным каркасом осуществляется отдельным или комплексным методами.

При отдельном методе сначала на всю высоту монтируют стальной каркас, затем начинают общестроительные работы. При этой технологии работы ведутся широким фронтом, большим количеством кранов на нескольких захватках. Но при этом требуется обеспечить повышенную жёсткость каркаса, что приводит к повышенному расходу металла.

При комплексном методе одновременно выполняются монтажные, общестроительные и монтажные работы. Монтаж металлоконструкций осуществляют на верхнем ярусе (верхних двух-четырёх этажах): на самом верху – монтаж, несколько ниже – выверку и в нижней части яруса – окончательную сварку или клёпку монтажных соединений. Одновременно, с отставанием на 2-3 этажа (на следующем ярусе) укладываются (или бетонироваются) перекрытия. Ещё ниже (на 4-5 этажей) осуществляют обетонирование каркаса. Ещё ниже по вертикали ведутся отделочные работы. Таки образом работы по возведению здания одновременно ведутся на 8...10 этажах.

### **12.3. Обеспечение устойчивости каркаса в период монтажа**

Монтаж конструкций многоэтажных зданий требует неукоснительного соблюдения следующего правила: не приступать к установке конструкций следующего яруса (высота колонны) до выверки и надёжного закрепления нижележащего. Это требование продиктовано необходимостью обеспечения прочности и устойчивости здания на протяжении всего периода его возведения.

В процессе крановой сборки на высоту 5..8 этажей должны быть выполнены следующие мероприятия:

- § проверена устойчивость каркаса в процессе монтажа в соответствии с установленной в ППР очередностью монтажа элементов;
- § предусмотрена установка временных монтажных связей между колоннами, обеспечивающих их устойчивость до набора прочности замоноличенных стыков в плитах перекрытий;
- § проектно закреплены вертикальные связи, рамные узлы сопряжения ригелей с колоннами;
- § выполнено устройство жёстких междуэтажных перекрытий, обеспечивающих общую устойчивость здания;
- § осуществлена проверка прочности отдельных элементов каркаса и узлов на нагрузки от самоподъёмных и приставных кранов в местах их опирания на каркас.

Монтаж стального каркаса следует выполнять поярусно – в первую очередь необходимо выполнить все элементы ядра жёсткости и тщательно их выверить. Временное закрепление колонн при монтаже выполняют с помощью кондукторов или временных расчалок, обеспечивающих устойчивость колонн до раскрепления их постоянными проектными элементами связей, которые обеспечивают устойчивость колонн до раскрепления их постоянными проектными элементами связей, которые обеспечивают устойчивость смонтированной части здания. Если проектных связей недостаточно – устанавливаются временные связи. Проектное закрепление ригелей производится сразу после монтажа и выверки элементов ячейки – четырёх колонн, связанных ригелями. Приступать к монтажу следующего яруса можно только после проектного закрепления всех элементов предыдущего.

При монтаже зданий из монолитного железобетона помимо требований по обеспечению жёсткости ячеек и прочности отдельных элементов необходимо учитывать требования СНиП о достижении проектной прочности бетона в замоноличенных стыках и узлах несущих конструкций нижерасположенных ярусов, что может значительно снизить темпы сборки и удлинить общий срок монтажа здания. Для частичного выполнения этих требований и продолжения монтажа каркаса необходимо разработать необходимые конструктивные и технологические мероприятия: предусмотреть закладные детали для обеспечения геометрической неизменяемости, установка временных монтажных связей, установить оптимальный порядок сборки элементов и др.

## 13. Строительство деревянных зданий

Деревянные конструкции широко применяются в зданиях как отдельные конструктивные элементы, так и в качестве основного конструктивного материала. Дерево, признанный экологически чистый и комфортный строительный материал, широко применяется и в отделочных работах.

Областями применения деревянных конструкций в современном строительстве являются:

- § одно-двух этажные дома усадебного типа, собираемые из изготовленных заранее элементов (щитов, брусьев, брёвен);
- § балочные, арочные и сводчатые покрытия в уникальных большепролётных зданиях общественного назначения: спортивные комплексы (Солт-Лейк Сити, Пуатье, Архангельск), торговые центры, аэропорт в Орли (Франция);
- § каркасные здания средних объёмов различного назначения с каркасом изготавливаемом по месту;
- § сборно-разборные инвентарные здания подсобного назначения;
- § сельскохозяйственные здания;
- § постоянные деревянные сооружения (башни, мачты, стойки);
- § временные сооружения и конструкции построечного назначения (опалубка, леса, кружала, подмости, бункеры, эстакады и др.).

Рассмотрим технологии производства строительного-монтажных работ по некоторым типам зданий.

### Щитовые здания

Щитовые деревянные здания на одну семью широко распространены в северных странах (Канаде, Швеции, Норвегии, Финляндии) с климатическими условиями схожими с российскими. У нас в стране стали появляться целые посёлки построенные по «канадским технологиям». Здания этого типа отличаются высокой индустриальностью, низкой трудоёмкостью производства работ, небольшим весом строительных элементов и простыми строительными операциями. Здание такого типа можно построить за 1-2 месяца. Проектно-сметная документация используется типовая, с привязкой к конкретной строительной площадке.

Конструктивно здание состоит из несущего остова (каркаса), заполнения утепляющим материалом и облицовки (обшивки) фасада.

Организация строительства такого здания предусматривает: выбор типового проекта дома и его «привязка» к местным условиям, заключение контракта на поставку готовых деревянных элементов с заводом-изготовителем; договор с комплексной бригадой рабочих-строителей численностью 4-5 человек, решение вопросов обеспечения инженерными коммуникациями. Подъёмно-транспортные работы осуществляются автокраном г/п до 3т. Доставка грузов – автотранспортом. К месту строительства должны быть проложены дороги. на строительной площадке должно быть установлено

место для временного складирования деревянных элементов и временный закрытый склад для других строительных материалов и оборудования.

Технология производства строительно-монтажных работ включает в себя следующие основные процессы:

- § земляные работы под фундаменты;
- § устройство фундаментов с гидроизоляцией;
- § установка обвязочного бруса по периметру стен;
- § укладка элементов пола 1 этажа по обвязочному брусу с утеплением и изоляционными слоями;
- § устройство «чёрного» пола;
- § монтаж стен и перегородок первого этажа;
- § устройство проёмообразователей под окна и двери из пиленного леса, перемычек и стоек ;
- § окончательное проектное соединение элементов между собой;
- § монтаж или устройство перегородок и внутренних лестниц;
- § возведение конструкций пола второго этажа;
- § устройство конструкций и элементов второго этажа (по аналогии с первым) и подготовка опорных конструкций под кровлю;
- § теплоизоляция наружных стен и черновая обшивка изнутри гипсокартонном или другими материалами;
- § установка несущих конструкций кровли (ферм) с креплением;
- § устройство обрешётки и покрытия по фермам кровли (по проекту);
- § разводка и монтаж электротехнического и санитарно-технического оборудования, зашивка стояков;
- § наружная отделка фасада (например, «сайдингом»), внутренние отделочные работы по дизайн-проекту;
- § устройство крылец, веранд и др.

Щитовые стены собираются из заготовленных на заводе , законченных в своём оформлении щитов – панелей. Детали заводского изготовления должны поступать комплектно, замаркированными и сопровождаться заводской документацией. Сборку стен следует начинать с обвязки по фундаменту, на которую устанавливаются угловые щитов, к которым последовательно приставляют по направлению к середине щиты торцевой стены. Продольные наружные и внутренние стены собирают участками от одной поперечной стены до другой. Щиты поперечных стен устанавливают по мере подхода к ним щитов продольных стен. Положение щитов тщательно выверяется по вертикали и горизонтали. После окончательного закрепления щитов (гвоздями) по верху панелей устраивается обвязка из бруса и постановка нащельников. Монтаж вертикальных конструкций должен осуществляться с соблюдением мер по обеспечению жёсткости и устойчивости элементов на всех стадиях монтажа.

Утепление полов, стен и перекрытий мягкой рулонной теплоизоляцией производится после сборки каркаса.

Возведение каркасного дома общей площадью 250м<sup>2</sup> с установкой санитарно-технического и кухонного оборудования, с полной отделкой дома снаружи и изнутри, благоустройство прилегающей территории комплексная бригада из 6 рабочих выполняет за 2,5...3месяца.

### **Каркасные здания**

Каркасные здания состоят из несущего каркаса, заполнения утеплителем и облицовки (обшивки). Каркас включает в себя стены, перекрытия и стропильные конструкции.

Элементы каркасных рам из пиломатериала рекомендуется изготавливать и антисептировать на заводе, а сборку рам из элементов производить на строительной площадке в специальных шаблонах (кондукторах). Собранный каркас рамы обшивается досками (по проекту).

Монтаж стен следует начинать с установки угловых рам, которые крепятся к цокольной обвязке гвоздями. После угловых элементов последовательно устанавливаются остальные рамы наружных и внутренних стен. При установке элементы закрепляются временными подкосами. Вертикальное и горизонтальное положение их тщательно выверяется. По верху 1 яруса (этажа) по уровню укладывается обвязка, которая служит опорой для стен 2 яруса или стропильных конструкций.

Перекрытия устраиваются по балочным конструкциям без утепления (междуэтажное) или с утеплением (чердачное). Деревянные балки укладываются по уровню с выверкой под одну плоскость верхних граней балок междуэтажных перекрытий и нижних граней чердачных перекрытий.

Работы по пароизоляции и тепловой изоляции стен должны выполняться только после монтажа стен и перекрытий. Стыки углов усиленно изолируются. Работы ведутся с подмостей. Выбор технологии зависит от конструкции здания. После изоляции ведётся подшивка потолков.

Отдельные помещения в каркасных зданиях разделяются перегородками. Устраиваются перегородки преимущественно каркасно-обшивного типа. Рекомендуется между листами обшивки предусматривать звукоизоляцию, повышающую комфорт проживания.

В современных деревянных зданиях полы устраиваются двухслойные: первый слой – дощатый настил по балкам («чёрный» пол); второй слой - по «дизайн»-проекту. Выполняются в процессе отделочных работ.

Кровельные конструкции выполняются по стропильным системам (наслонным или висячим) в виде металлического, шиферного, черепичного или полимерного листового покрытия по реечной обрешётке и настилу. Обязательно устраивается пароизоляция. Для щитовых зданий применяются стропильные клеёные фермы (для двускатных кровель) или балки (для односкатных кровель). Стропильные конструкции каркасных домов собираются на месте из отдельных элементов по стандартным технологиям производства плотницких работ. После устройства кровли в современном строительстве производят отделку фасадов, с лесов, декоративными отделочными материалами





## **14. Монтаж большепролётных конструкций**

### **14.1. Область применения большепролётных конструкций**

Технологические и функциональные требования большинства типов общественных и промышленных зданий подразумевает объёмно-планировочные решения с перекрытием больших пролётов. К настоящему времени успешно перекрыты производственные цеха до 96м; предприятия торговли до 100м; спортивные сооружения до 224м. В обычной практике строительства применяются различные кровельные системы на пролёты 18....48м. Конструктивно покрытия выполняются следующих типов (рис.14.1.):

- § Металлические фермы и балочные системы (иногда предварительно-напряжённые с затяжками);
- § Арочные и купольные системы;
- § Перекрёстно-стержневые системы типа структур;
- § Железобетонные пространственные покрытия (оболочки, арки, складки);
- § Висячие покрытия (мембранные тонколистовые, с жесткими нитями, подвесные – плоскостные и пространственные);
- § Вантовые покрытия (вантовые сетки, вантово-балочные системы, висячие оболочки, вантовые фермы, комбинированные системы);
- § Пневматические системы.

По причине больших габаритов и масс конструктивных элементов большепролётных зданий и сооружений их не всегда возможно монтировать в цельно-собранном виде традиционными методами с применением единичных грузоподъёмных средств (крана или мачты). Поэтому нередко монтаж таких элементов выполняют из отдельных частей с использованием временных опор. При предварительном укрупнении элементов и для их монтажа в проектное положение применяют одновременно несколько кранов (мачт), производят монтаж надвижкой (накаткой) укрупнённых блоков или выполняют вертикальный подъём с использованием мощных домкратных систем.

Рассмотрим некоторые технологии монтажа.

### **14.2. Возведение зданий с покрытиями в виде оболочек и сводов**

Своды и оболочки из сборных железобетонных элементов позволяют перекрывать большие площади одноэтажных промышленных зданий без промежуточных колонн при минимальном расходе материалов.

В настоящее время применяются своды и оболочки следующих типов:

- § Длинные цилиндрические оболочки размером 3x12м для сетки колонн 24x12м;
- § Короткие цилиндрические оболочки размером 3x12м, 3x18 и 3x24м, перекрывающие пролёт здания;
- § Оболочки двойкой положительной или отрицательной кривизны;
- § Купола.

Длинные цилиндрические оболочки собирают из плит размером 3х12м (рядовых и торцевых) и бортовых элементов. Панели имеют толщину 40мм и ребро по контуру. Торцевые панели имеют с торцов диафрагмы в виде арок с затяжками. Бортовые элементы выполняют для пролёта 24 м в виде двутавровых балок с криволинейным верхним поясом.

Монтаж оболочки начинают с установки на колонны бортовых элементов, которые крепят сваркой к колоннам. До установки плит на бортовые элементы (при пролёте – 24м) их в четвертях опирают на временные опоры с домкратами. Монтаж панелей начинают с торцевой. При этом затяжку торцевой плиты приваривают к оголовку колонны, а плиту – к бортовому элементу. Затем устанавливают и приваривают четыре рядовые плиты, а потом торцевую плиту с затяжкой. Монтаж выполняют гусеничным краном грузоподъемностью 10т на требуемом вылете. Стропят панели за четыре петли с траверсой. После сварки стыков, замоноличивания всех швов и выдержки бетона бортовые элементы раскружаливают. Нагрузку с временных опор снимают и опоры удаляют, после чего оболочка работает совместно с бортовыми элементами и затяжками.

Короткие цилиндрические предварительно напряжённые панели типа КЖС широко применяют для пространственных покрытий промышленных и гражданских зданий. Плиты КЖС выпускают длиной 12, 18 и 14м, равной перекрываемому пролёту. Ширина плиты 3 и 6м, масса до 2т. плиты выпускают с торцевыми затяжками, что позволяет их устанавливать непосредственно на заранее смонтированные колонны.

Монтаж плит производится гусеничными кранами (рис.14.2.А). Плиты предварительно подают в пролёт или непосредственно к моменту подъёма на кран. Строповку плит осуществляют траверсой за 4 точки. После установки плиты её приваривают к закладным деталям на колонне.

Оболочки двоякой кривизны применяют для перекрытия крупной квадратной сетки колонн: перекрытий складов, механических цехов и других производственных помещений, где требуется обеспечить свободное перемещение транспорта. Такие оболочки состоят из контурных арок-диафрагм с предварительно напряжённым нижним поясом и скорлупы. У сборно-монолитных оболочек скорлупа образует многогранник, набираемый из плоских плит ромбической треугольной формы. Сборные оболочки перекрывают ребристыми цилиндрическими панелями размером 3х6м. Поэлементный монтаж сборно-монолитных оболочек со скорлупой из плоских плит требует применения подмостей или кондуктора.

Монтаж выполняют в следующем порядке:

- § Контурные арки устанавливаются на колоннах гусеничным краном и закрепляются. Для установки плит скорлупы применяют башенные краны грузоподъемностью 5т или гусеничные краны с башенно-стреловым оборудованием;
- § Выставляют подмости или кондуктор. Каждый угол установленной плиты должен быть опёрт на подмости или кондуктор. Углы оболочки заполняют треугольными плитами, в швы закладывают арматуру, напрягаемую после сварки выпусков, и замоноличивают их. Верхние

пояса арок окончательно бетонируют после установки всех плит и заварки выпусков арматуры;

§ Раскружаливание оболочки выполняют после достижения бетоном в угловых зонах и швах между плитами 70% проектной прочности. Раскружаливание достигается путём опускания винтовых или гидравлических домкратов, включённых в стойки подмостей или опоры кондуктора;

Кроме поэлементного способа применяется разработанный для типовых цилиндрических оболочек серии 1.466-1, бескондукторный метод монтажа (рис.14.2.Б). Он заключается в предварительном укрупнении плит в блоки, до требуемого размера, на стенде. Блоки оснащаются двумя временными затяжками с винтовыми стяжками. Монтаж начинается с установки на колонны ферм-диафрагм. Затем траверсой за четыре точки поднимают поочередно блоки-покрытия и устанавливают на фермы. После выверки и замоноличивания узлов постепенно отпускают натяжение винтовых стяжек временных затяжек блоков от середины к краям и снимают затяжки.

Конструкции покрытий из сборных железобетонных элементов купольного типа позволяет перекрыть максимально возможные пролёты и применяются в зданиях общественного назначения (спортивные комплексы, рынки, выставочные павильоны). Конструктивно железобетонные элементы опираются на наружное и внутреннее монолитные железобетонные кольца, причём наружное может выполняться по колоннам. Монтаж колонн и бетонирование наружного кольца производится по общим технологиям монтажных и бетонных работ. Бетонирование внутреннего кольца производится на проектной отметке на временной опоре, рассчитанной на одновременное опирание кольца и плит-оболочек.

Плиты-оболочки до подъёма укрупняются в блок (из 2...4эл.) на стенде, обеспечивающем проектную кривизну, и для восприятия распора ставят 2-3 затяжки с винтовыми стяжками, которые натягиваются после сварки стыка между плитами. Подъём и установку блоков осуществляют методом *полунавесной сборки* башенным краном, перемещающимся по кольцевым путям вокруг здания. Строповка блока производится при помощи траверсы за 4 точки. Установленные блоки крепят к опорным кольцам и между собой сваркой между закладными деталями и выпусками арматуры. Швы между плитами замоноличивают. После набора бетоном 70% прочности ослабляют натяжение затяжек, затем их снимают, работая с катучих подмостей и раскружаливают купол путём опускания стоек центральной опоры гидравлическими домкратами.

*Раскружаливание* - операция, в результате которой нагрузка от собственной массы монтируемой конструкции полностью передаётся на опорные проектные элементы, а временные монтажные опоры освобождаются от нагрузки. Опоры опускаются ниже уровня затяжки и перемещаются по ходу монтажа в последующие пролёты.

### 14.3. Перемещение покрытий на постоянные опоры

При строительстве некоторых типов большепролётных зданий покрытия опираются по периметру на опоры (структуры, оболочки, складки др.). В этом случае, кровельные конструкции полностью собираются или укрупняются до максимально возможной технологической готовности и перемещаются на постоянные опоры. В зависимости от способа установки на опоры различают методы монтажа вертикальным подъёмом, надвижкой и накаткой.

Установку *вертикальным подъёмом* применяют в тех случаях, когда масса применяемой конструкции не превышает грузоподъёмности и техно-логических возможностей монтажных машин и механизмов. Принципиальным моментом является возможность подведения временных или постоянных опор под поднятую конструкцию и способность этих опор сразу включиться в совместную работу с этой конструкцией. Сборка пространственной конструкции (покрытия) осуществляется под местом установки или на специально оборудованной площадке, расположенной в непосредственной близости от возводимого сооружения.

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

На рис.14.3. показан подъём несущего блока покрытия, состоящего из несущих ферм, соединённых вертикальными и горизонтальными связями, осуществляемый с помощью четырёх полиспастов грузоподъёмностью 160т каждый. Пространственную конструкцию укрупняли в горизонтальном положении на земле с установкой всех конструктивных элементов покрытия и устройства кровли. Колонны (пространственные конструкции опор) собирали в горизонтальном положении и устанавливали методом поворота вокруг шарнира с помощью тех же полиспастов, которыми затем поднимали блок покрытия.

Под опорные узлы нижних поясов ферм подводили поперечные балки с закреплёнными на концах подвижными блоками полиспастов. После вертикального подъёма пространственной конструкции в проектное положение было осуществлено её соединение с несущими колоннами и демонтированы монтажные подкосы.

При *методе надвижки* конструкции собирают в стороне от постоянных опор, а затем устанавливают на эти опоры путём горизонтального перемещения по временным путям. Этот метод широко применяется при монтаже конструкций покрытия промышленных зданий, торговых центров, спортивных сооружений. Процесс надвижки возможен в двух вариантах: скольжением на салазках при массе блока до 250т и накаткой на стальных катках.

В качестве примера рассмотрим монтаж здания спортивного комплекса пролётом 84м с сигарообразными фермами покрытия (рис.14.4.). Фермы покрытия, обрамленные по верхнему и нижнему поясам стальными листами толщиной 4мм, собирали на земле на специальных тележках в непосред-

ственной близости от перекрываемого сооружения. Тележки имели кондук-торы и приспособления для обеспечения заданной точности сборки элементов покрытия, конструкции тележек позволяли им перемещаться с закреплёнными фермами по горизонтальным и наклонным рельсовым путям.

Для подъёма тележек на проектную отметку были смонтированы две наклонные монтажные балки. Перемещение тележек с очередным блоком покрытия осуществляли двумя тяговыми полиспастами. После достижения проектной отметки тележки упирались в специальный упор, блок покрытия опускали на стальные клетки и методом накатки с помощью двух лёгких полиспастов надвигали в проектное положение, где с помощью домкратов его сначала приподнимали для освобождения катков, а затем опускали в проектное положение. Одним из достоинств этого способа является отсутствие необходимости применять монтажный кран большой грузоподъёмности с высокой стоимостью эксплуатации.

#### **14.4. Монтаж зданий с вантовыми и мембранными покрытиями**

Висячие покрытия применяют когда нужно перекрыть большие площади без промежуточных опор (стадионы, рынки, концертные залы и др.). Такие покрытия позволяют сократить расход строительных материалов и трудоёмкость возведения. Несущие конструкции висячих покрытий могут быть выполнены в виде предварительно напряжённых железобетонных оболочек, вантовых ферм и мембран.

Висячие растянутые элементы обычно закрепляют за жёсткие массивные опорные конструкции. Опорные конструкции могут быть выполнены в виде замкнутого контура (кольца, овала, прямоугольной рамы), опирающегося на колонны или наклонные рамы, арки, удерживающие покрытие и передающие нагрузку на фундамент.

Для возведения предварительно напряжённой железобетонной оболочки первоначально монтируют ортогональную или радиальную сетку из стальных канатов, по которым затем укладывают железобетонные плиты. Канаты замоноличивают в швах и они в дальнейшем являются напрягаемой арматурой покрытия. Оболочка вступает в работу только после обжата замоноличенных швов на 20-25% выше напряжений от временной нагрузки, что исключает в дальнейшем появление растягивающих напряжений.

Напряжение канатов выполняется: предварительным натяжением всей системы канатов путём загрузки грузами или притягивания канатов к полу здания; предварительным замоноличиванием швов и последующим натяжением несущих канатов. После набора прочности бетоном натяжение снимается.

Бетонное покрытие выполняется монолитным или из сборных плит.

В качестве примера (рис.14.5.), рассмотрим висячее покрытие здания цирка, состоящее из предварительно напряжённой вантовой сети, закреплённой к опорному контуру и уложенных по ней сборных железобетонных плит 2,4x2,4м. Швы между плитами замоноличены. Вантовая сеть из парных канатов диаметром 52мм образована пересекающимися под прямым углом

канатами, соединёнными в местах пересечения металлическими накладками на болтах.

К опорному контуру ванты крепятся металлическими анкерами, в которых концы канатов заливают специальным сплавом. Конструкция закрепления канатов позволяет осуществлять их натяжение.

Монтаж висячих покрытий состоит из следующих операций:

§ изготовление вант. Производится у места монтажа на стенде с натяжной станцией и опрессовочной установкой. Один конец каната заделывают в гильзовый анкер. Канат раскладывают на стенде и вытягивают на усилие 1100-1200кН для его обжатия. После вытяжки канат разрезают на требуемые длины, концы запрессовывают в гильзовые анкеры. Готовые ванты испытывают на усилие 1300-1400 кН;

§ монтаж продольных вант и первоначальное их натяжение;

§ монтаж поперечных вант и их натяжение;

§ монтаж плит покрытия;

§ напряжение вантовой сети;

§ замоноличивание плит бетонной смесью.

Для подачи к месту установки ванты наматывают на барабаны. При установке ванты вместе с подвесками, соединёнными попарно, поднимают двумя башенными кранами одновременно, концы с гильзовыми анкерами заводят в отверстия в опорном контуре и натягивают домкратными устройствами на заданное усилие. Сначала ставят продольные ванты, потом поперечные. После натяжения и выверки канаты в узлах соединяют. Для соединения канатов в узлах пересечения используют передвижные люльки и мостики.

Ванты натягивают, дополнительно закрепляя их подвесками и натягивая подвески лебёдками в узлах пересечения вант. При установке канатов необходима их тщательная геодезическая выверка.

Плиты покрытия укладывают на канаты башенными кранами от нижней отметки к верхней, загружая перекрытия равномерно. В швы между плитами укладывают арматуру. До замоноличивания швов ванты натягивают гидродомкратами в третий раз, чем создают предварительное натяжение вантовой сети. После этого производят омоноличивание плит и после достижения бетоном проектной прочности подвески снимают от краёв к середине. В бетоне создаётся предварительное напряжение.

Недостаток метода – высокая трудоёмкость, частые перестановки домкратов и другого оборудования.

Монтаж мембранного покрытия рассмотрим на примере Универсального спортивного зала в Санкт-Петербурге. Здание диаметром 160м и высотой 33м с центральным кольцом диаметром 24м. Мембранное покрытие из листов толщиной 6мм состояло из 56 секторов, закреплённым к радиальным элементам таврового сечения, условно названным «постель», подвешенным к центральному и наружному опорным кольцам (рис.14.6.).

Жёсткость покрытия обеспечивалась 56 стабилизирующими фермами. Состоящими из предварительно напряжённого каната и треугольной жёсткой

решётки, прикрепленных с одной стороны к стабилизирующему кольцу диаметром 72м, подвешенному к мембране, и с другой – к колоннам, поддерживающим наружный опорный контур.

Монтаж осуществляли башенными кранами БК – 300 и МСК -10-20, перемещавшимся по кольцевым путям вокруг здания, и гусеничным краном СКГ -50-БС, расположенным внутри здания.

Первоначально были смонтированы наружные колонны и временные опоры под центральное и стабилизирующее кольца. Элементы колец монтировали с опиранием на временные опоры, на верху которых были предусмотрены подмости. Элементы «постели» предварительно укрупняли внизу, поднимали двумя кранами БК – 300 и СКГ – 50 БС и устанавливали сначала по одному диаметру, а затем по перпендикулярному, чтобы не перегружать опорное кольцо. Затем монтировали кольцевые элементы, связывающие между собой элементы «постели».

Мембрана поступала на площадку в рулонах и для её раскатки были предусмотрены станки. Рулон на барабане закрепляли на станке, установленном наверху наружного опорного контура и закреплённым анкерными болтами.

Лист мембраны натягивали лебёдками, установленными на центральном кольце. При натягивании и раскатке лист перемещался по роликам, закреплённым к кольцевым элементам постели, а постоянное крепление заклёпками осуществляли после натяжения стабилизирующей системы и выверки геометрии элементов «постели».

Все работы выполнялись с катучих подмостей, обеспечивающих работу в пределах одного сектора снизу покрытия.

Висячие покрытия монтируют в каждом случае по индивидуальной технологии. Но всегда, по возможности, укрупнёнными блоками, что позволяет сократить объём работ на высоте и уменьшить их общую трудоёмкость.

При проектировании и строительстве большепролётных конструкций следует учитывать факт их повышенной аварийности при значительных снеговых нагрузках и низкого уровня эксплуатации. Это диктует необходимость тщательного выполнения нормативных требований.

## 15. Монтаж высотных сооружений – мачт, башен, труб

### 15.1. Общие положения

Высотными называют сооружения, высота которых намного превышает их размеры в поперечном сечении. Такие сооружения работают на восприятие преимущественно горизонтальных нагрузок, основной из которых является ветровая (70-80%). К высотным сооружениям относятся вытяжные трубы (дымовые и вентиляционные), опоры антенных сооружений, метеорологические вышки, опоры воздушных линий электропередач и др. высота радио и телевизионных опор обычно 180...380м, вытяжных труб – 90...180м, радиорелейных опор – 50...120м, молниеотводов -170...230м. Конструктивно такие сооружения разделяются на стальные мачты и башни.

*Мачта* – вертикальное высотное сооружение, шарнирно или заземлено опирающееся на фундамент и удерживаемое натянутыми и наклонно идущими к земле стальными канатами-оттяжками в один или несколько ярусов. Мачты имеют решётчатую конструкцию трёх- или четырёхгранного сечения или листовую в виде сплошной трубы. Мачты монтируются из секций 6...12м и соединяются между собой сваркой или на болтах.

*Башня* – вертикальное, свободно стоящее сооружение, жёстко заземлённое в основании, что достигается надёжной анкерровкой ствола башни к фундаменту. В большинстве случаев башни выполняются в виде пространственных конструкций, имеющих форму призмы или пирамиды, часто с небольшими переломами в очертании поясов по высоте. Башни представляют собой решётчатые конструкции из трубчатых, прокатных или сварных профилей. Трубчатое сечение экономичнее, так как у труб аэродинамическое сопротивление ветру меньше, что позволяет выполнить более тонким сечение конструкции. Поперечное сечение – треугольник, квадрат, шестигранник, восьмигранник. По центру башен предусматриваются вертикальные конструкции для шахт лифтов, лестниц, технологических устройств. Стыки поясов и решётки башен могут быть сварными или болтовыми.

Мачты экономичнее башен по расходу металла и стоимости. При высоте до 150м стоимость мачт на 25...30% ниже.

При возведении высотных сооружений наиболее распространены следующие методы:

- § наращивание конструкций в проектном положении – поярусное возведение снизу вверх;
- § монтаж поворотом – предварительная сборка сооружения на земле в горизонтальном положении с последующим поворотом вокруг шарнира в вертикальное проектное положение;
- § подращивание конструкции – сборка в вертикальном положении, начиная с самых верхних секций, их подъём, подведение под них



последующих секций, их общий подъём до полного выдвижения всего сооружения.

## **15.2.Монтаж башен и мачт наращиванием**

Наращивание – поярусный монтаж секций (или элементов) от нижних отметок к верхним с использованием различных монтажных механизмов. Этот метод широко распространён при устройстве башен высотой до 100м. При наращивании монтаж ведут до определённых отметок монтажным краном, установленным на земле А затем другим механизмом, установленным или закреплённым на смонтированных конструкциях. Этот механизм последовательно перемещается по смонтированным конструкциям по мере возведения башни и осуществляет поэлементный монтаж.

Монтаж наращиванием осуществляется при помощи следующих монтажных механизмов (рис.15.1.):

- § переставным краном типа кран-укосина, состоящий из стойки длиной 8,5м, которая нижней и верхней частями крепится к элементам возводимой башни, и стрелы длиной 28м, шарнирно соединённой с нижней частью стойки и с верхней частью – полиспастом. Грузоподъёмность крана до 6.5т. недостатки крана-укосины заключаются в невозможности монтировать башню пространственными блоками, частых и трудоёмких перестановках механизма по высоте;
- § универсальными подвесными самоподъёмными кранами – все монтажные работы выполняют только на высоте, для использования крана требуется свободное от конструктивных элементов внутреннее пространство башни;
- § ползучими самоподъёмными кранами, которые опираются на уже смонтированные ими конструкции и по мере возведения сооружения перемещаются по вертикали на вновь установленные секции. Кран конструктивно решён в виде решётчатого ствола со стрелой и перемещающейся обоймой. Она служит для закрепления крана в рабочем положении на сооружении и для перемещения стола крана по вертикали на следующую стоянку. Перемещение крана осуществляется с помощью специальных блоков и лебёдок.

В условиях стеснённой площадки возможен монтаж сооружений с помощью приставных кранов. Устойчивость крана обеспечивается специальными опорными рамками, которыми кран крепится к смонтированной части сооружения. Ствол крана выдвигают вверх по мере монтажа башни с помощью полиспастов, расположенных в опорном устройстве крана. При подъёме полиспастами он скользит вверх по направляющим, находящимся в верхней части опорного устройства и на опорных рамках.

Для монтажа крупноблочных конструкций башни, установки и замены технологического оборудования, верхних частей высотных сооружений используют вертолёт. Часто применяются вертолёт при монтажных работах в труднодоступной местности и стеснённых строительных площадках. Широкое

использование вертолётов для монтажных работ сдерживается их недостаточной грузоподъёмностью и высокой стоимостью в эксплуатации.

### 15.3. Монтаж поворотом вокруг шарнира

*Метод поворота вокруг шарнира* заключается в установке полностью собранной в горизонтальном положении (на земле) и закреплённой в опорной точке конструкции в вертикальное (проектное) положение, без перемещения по горизонтали.

Наиболее часто этот метод применяется для башен высотой 40...100м; мачт и опор - до 75м. монтаж высотных сооружений методом поворота явился результатом стремления к выполнению основного объёма монтажных работ на низких отметках и в безопасных условиях.

Сборку осуществляют на земле в горизонтальном положении с использованием автокрана. Пояс нижнего яруса сооружения закрепляют в шарнирах. Которые устанавливают на фундаментах. Подъём в вертикальное положение осуществляют вокруг шарнира с помощью лебёдок тяговых полиспастов и падающей стрелы, которую могут заменить шевры, неподвижные и наклоняющееся мачты, краны и другие монтажные механизмы.

Конструкцию (башню, мачту) не только полностью собирают на земле, но и монтируют большую часть технологического оборудования (антенны, кабели, изоляторы, лестницы и др.).

Поворот вокруг шарнира проходит в два этапа: первый – от начала поворота до положения неустойчивого равновесия, когда центр тяжести башни проходит через поворотный шарнир, после чего наступает второй этап, когда включаются в работу тормозные оттяжки и полиспасты, обеспечивающие плавное опускание опорных башмаков на фундаменты (рис.15.2.).

Существует несколько разновидностей метода, которые в большей степени зависят от применяемого монтажного оборудования:

§ *чистый метод поворота*, когда одну часть сооружения собирают на собственном фундаменте, а другую монтируют на земле и с помощью такелажного оборудования поворачивают и соединяют с уже смонтированной частью;

§ *подъём с дотягиванием* полиспастом применим в тех случаях, когда грузоподъёмность и вылет стрелы крана не позволяют поднять и установить конструкцию в проектное положение. С помощью самоходного крана конструкцию, закреплённую на фундаменте, поднимают до промежуточного положения. Далее включают в работу тяговые полиспасты - это один из самых простых и удобных способов, требующий наличия самоходного крана и минимального такелажного оборудования. Он нашёл самое широкое распространение при возведении опор ЛЭП, теле-башен небольшой высоты, опор радиорелейной связи, наблюдательных вышек;

§ *монтаж поворотом с помощью падающей стрелы*. Осуществляется с использованием специальной стойки, закреплённой на фундаменте или закрепляемой на земле, которая помогает осуществить поворот башни

вокруг шарнира. Для монтажа применяют оборудование, состоящее из тяговых полиспастов и «падающей стрелы».

§ *безъякорный способ* – заключается в том, что не требуется устройства якорей на основные усилия. Конструкцию поднимают мачтой, причём устойчивость мачты обеспечивают расчалками, закреплёнными за поднимаемую конструкцию. Низ мачты удерживают от сдвига полиспастом, соединённым с основанием поднимаемой опоры. в процессе подъёма положение мачты относительно опоры не остаётся неизменным: её поворачивают вместе с поднимаемой опорой, но так точки, вокруг которых они поворачиваются, различны, то положение их относительно друг друга меняются. При подходе к проектному положению опоры удерживают тормозным полиспастом. Для этого метода требуется большая территория для расстановки монтажного оборудования.

Все рассмотренные варианты монтажа сооружений поворотом вокруг шарнира используют только для сооружений высотой до 90...120м из-за значительных монтажных усилий, возникающих в момент отрыва конструкции от земли.

#### **15.4. Монтаж подрачиванием**

Монтаж *методом подрачивания* заключается в том, что на низких отметках уже частично возведённой конструкции начинают монтаж верхних ярусов. которые циклично выдвигают вверх и по мере их выдвигания, снизу подрачивают секции нижерасположенных ярусов.

Применяется для сооружений с высотой до 300...400м.

Для производства монтажных работ сооружение разделяют на два блока: нижний и верхний. Нижний блок (пирамидальный в плане) возводят способом наращивания с помощью башенных или самоходных кранов. Высота нижнего блока определяется возможностями монтажных механизмов и техническими решениями по заземлению верхнего блока при выдвигании. Нижний блок при этом становится частью монтажной оснастки, воспринимает монтажные нагрузки и воздействия при выдвигании верхнего блока. На нём закрепляют направляющие и другие монтажные приспособления.

После монтажа нижней, пирамидальной части сооружения, на рельсовых путях, в непосредственной близости от возводимого высотного сооружения собирают стенд, на котором осуществляют укрупнительную сборку секций верхнего блока. Собранные на стенде секции подают под основание нижнего блока с помощью полиспаста и электролебёдки.

Верхний блок собирают частями (секциями) внутри нижнего блока. Выдвижение секции вверх осуществляют с помощью грузовых полиспастов или гидropодъёмников. Поднятую секцию совмещают с нижней частью предыдущей и закрепляют на болтах или сваркой. После подъёма очередной секции собирают и готовят к подъёму следующую. Последовательность работ приведена на рис.15.3.

Подрачивание - наиболее технологичный и современный метод монтажа.

## 16. Возведение металлических резервуаров

Металлические резервуары используются для хранения нефти, нефтепродуктов и газов. По геометрической форме они бывают вертикальные и горизонтальные цилиндрические, сферические, каплевидные и др. В настоящее время самыми распространёнными можно признать вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефтепродуктов. Они имеют вместимость 5...100тыс.м<sup>3</sup>, диаметр от 23 до 89м, высоту 12 и18м. Их основными конструктивными элементами являются днище, корпус и покрытие (рис.16.1.а).

Днище и корпус устраивают из цельносварных рулонированных на заводе полотнищ. Покрытие резервуаров небольшой (5 – 15 тыс.м<sup>3</sup>) вместимости собирают из жёстких секторных панелей, опирающихся на стенку корпуса и центральную стойку. Покрытия резервуаров большой вместимости имеют сложную конструкцию: («плавающая» крыша, располагающаяся на поверхности жидкости; «дышащая» крыша, обеспечивающая подъём кровли при повышении давления; стационарная с технологическим оборудованием и др.). Резервуары устанавливаются на специальное основание.

Изготавливают рулонные заготовки на специальных двухярусных стендах-конвейерах, имеющих посты раскроя; сборки и прихватки листов; сварки с одной стороны; сварки с другой стороны; испытания и рулонирования. Возможность сваривать стыки листов с двух сторон значительно улучшает качество сварного шва. Готовую заготовку сворачивают в рулон на центральную стойку покрытия или шахтную лестницу и закрепляют от самопроизвольного разворачивания специальными планками на сварке.

Готовые к отправке рулоны имеют габариты: высота – 3м; длина – 12 или 18м; вес – 21 или 47т. эти габариты позволяют производить транспортировку изделий на железнодорожном и автомобильном транспорте.

До начала монтажных работ необходимо выполнить работы по вертикальной планировке площадки, прокладке технологических трубопроводов, устройстве необходимой дорожной сети, мероприятий по охране окружающей среды (связанные со случайными утечками нефтепродуктов).

Непосредственно строительно-монтажные работы начинаются с устройства оснований под резервуары. Основание представляет собой надёжную подушку из однородного песчаного материала, препятствующую осадкам и перекоосу резервуара под нагрузкой. Поверх уплотнённой песчаной подушки укладывают гидрофобный (изоляционный) слой толщиной 8-10см из смеси супесчаного грунта и жидкого битума. При этом придаётся уклон от центра к краям. Верхний слой уплотняется лёгким катком.

При подготовке основания устраивается монолитный железобетонный пояс прямоугольного сечения по периметру резервуара, с необходимыми закладными деталями (закрайками), к которым при раскатке прихватывается днище.

Доставленные на железнодорожных платформах рулоны перекатывают при помощи троса и двух тракторов на трейлеры, подпирая платформы домкратами во избежание опрокидывания, и транспортируют к месту установки. Где выгружают трактором на подготовленное основание.

Рулон днища разворачивают непосредственно на изоляционном слое основания. Для предупреждения самопроизвольного его разворачивания после перерезывания скрепляющих планок рулон охватывают тросом, один конец которого закрепляют на крюке трактора, а другой на лебёдке. Постепенно ослабляя трос, одну половину днища укладывают на основание. Вторую половину днища, чтобы не портить изоляционный слой, разворачивают над первой половиной, а затем трактором устанавливают в проектное положение. Обе половины днища соединяют внахлестку на 60мм, скрепляют монтажный слой электроприхваткой, а затем сваривают. Если днище состоит из нескольких листов, то каждый последующий лист раскатывают на предыдущем и лебёдкой стягивают в проектное положение.

На уложенное днище накатывают рулон корпуса и укладывают его при накатке на шпальную клетку так, чтобы нижняя кромка рулона была приподнята на 0,4-0,5м (рис.16.1.б). Под эту кромку укладывают трубу-шарнир и подводят поддон – стальной лист определённой толщины с размерами 4х4м. К поддону приварены, по внутреннему диаметру рулона, короткие стойки-фиксаторы, предохраняющие сварные швы днища и нижнюю кромку стенки от повреждений.

Рулон корпуса при помощи А-образной стрелы, укрепленной на трубе-шарнире, и полиспастового устройства, соединённого с тракторной лебёдкой поднимают и устанавливают так, чтобы его вертикальная кромка и прикреплённая к ней стойка жёсткости заняли проектное положение. В момент подъёма тракторный подъёмник остаётся неподвижным и укрепляется вторым трактором, служащим дополнительным якорем. Третий трактор выполняет функции тормозного устройства при переходе через положение критического равновесия в конце подъёма рулона (рис.16.1.в).

Перед разворачиванием рулона корпуса на днище по наружному диаметру нижнего пояса стенки приваривают через 300-400мм по окружности ограничительные уголки-фиксаторы. Затем освобождают рулон от стягивающих планок, начиная с верхних, сдерживая тросом самопроизвольное разворачивание. После прекращения самопроизвольного разворачивания рулона наружную вертикальную кромку закрепляют приваркой к ограничителю уголку внизу и расчалками верху. Затем рулон раскручивают при помощи трактора и троса, прикрепляемого к рулону разъёмной серьгой. Серьга по мере разворачивания рулона переставляется на новое место на сварке. Рулон, разворачиваясь, скользит на смазанном солидолом поддоне по днищу.

По мере разворачивания стенки нижнюю кромку прижимают к уголкам-фиксаторам и прикрепляют к днищу прихватками электросваркой. Для обеспечения безопасной работы монтажников между развёрнутой и неразвёр-

нутой частями устанавливают решётчатый металлический клиновидный упор, перемещаемый по мере разворачивания рулона.

После разворачивания 5-6м стенки устанавливают автокраном первый щит покрытия, опирающийся на верхнюю кромку стенки и на оголовок центральной стойки. следующие щиты устанавливают по мере разворачивания достаточного участка стенки.

Криволинейную кромку щитов при помощи приваренных к ней ловителей совмещают с верхней кромкой стенки, внутренние концы щитов прикрепляют к оголовнику стойки монтажными болтами.

Перед окончанием разворачивания рулона из резервуара выводят автокран, монтировавший покрытие. Этим же краном освободившуюся из рулона лестницу устанавливают в проектное положение снаружи резервуара. Последний щит укладывают автокраном снаружи после сварки вертикального шва. Наиболее сложная операция – сборка замыкающего вертикального стыка, требующая установки загнутых концов в проектное положение. Стык замыкают стяжными приспособлениями. К стыкуемым концам полотен приваривают две балки с закреплёнными на разной высоте консолями. Балки обеспечивают устойчивость кромок в период монтажа и равномерно передают изгибающий момент от стяжных приспособлений.

Стяжное приспособление состоит из винта с левой и правой резьбой, передвижной гайки в середине и двух цилиндрических гаек на концах винта, вставляемых в пазы консолей и обеспечивающих шарнирное соединение с винтом. По высоте устанавливают 6-8 таких приспособлений. При вращении винта за неподвижную гайку концы полотнищ стягиваются, обеспечивая плавный изгиб кромок (рис.16.1.г).

Сварку швов начинают с нижнего кольцевого шва корпуса с днищем. Этот шов сваривают от точки, противоположной вертикальному шву, в двух направлениях, оставляя по обе стороны вертикального шва недоваренные участки длиной примерно 0,6м. Затем сваривают вертикальный стык стенки внахлестку сверху вниз и оставленные недоваренные участки нижнего шва. Последними устанавливают центральный элемент крыши, горловины люков, патрубки и технологическую арматуру. Сваренные швы днища и резервуар в целом подвергают испытаниям на плотность и непроницаемость.

Если позволяют размеры площадки и производственные возможности строительной организации применяется способ разворачивания рулонов на кондукторах. Кондуктор – пространственная конструкция из плоских металлических ферм и связей. Верхние пояса ферм криволинейные и выполнены по очертаниям внутреннего радиуса резервуара, нижние – прямолинейные. На нижнем поясе крепится шарнир для поворота.

Порядок работы: размечается днище резервуара, краном устанавливается кондуктор на место монтажа, к днищу приваривают поворотные шарниры, крепят рулон рядом с кондуктором, раскатывают рулон на кондуктор и крепят к кондуктору, поднимают кондуктор с секцией гусеничным краном в вертикальное положение (проектное) и закрепляют, стык между секциями сваривается.

# 17. Строительство автомобильных дорог

## 17.1. Основные понятия, терминология, классификация

Автомобильная дорога – комплекс сооружений, предназначенный для удобного, безопасного и круглогодичного движения автотранспорта с расчётными скоростями и нагрузками.

Конструктивно автомобильная дорога (автодорога) характеризуется поперечным и продольным профилями (рис.17.1.).

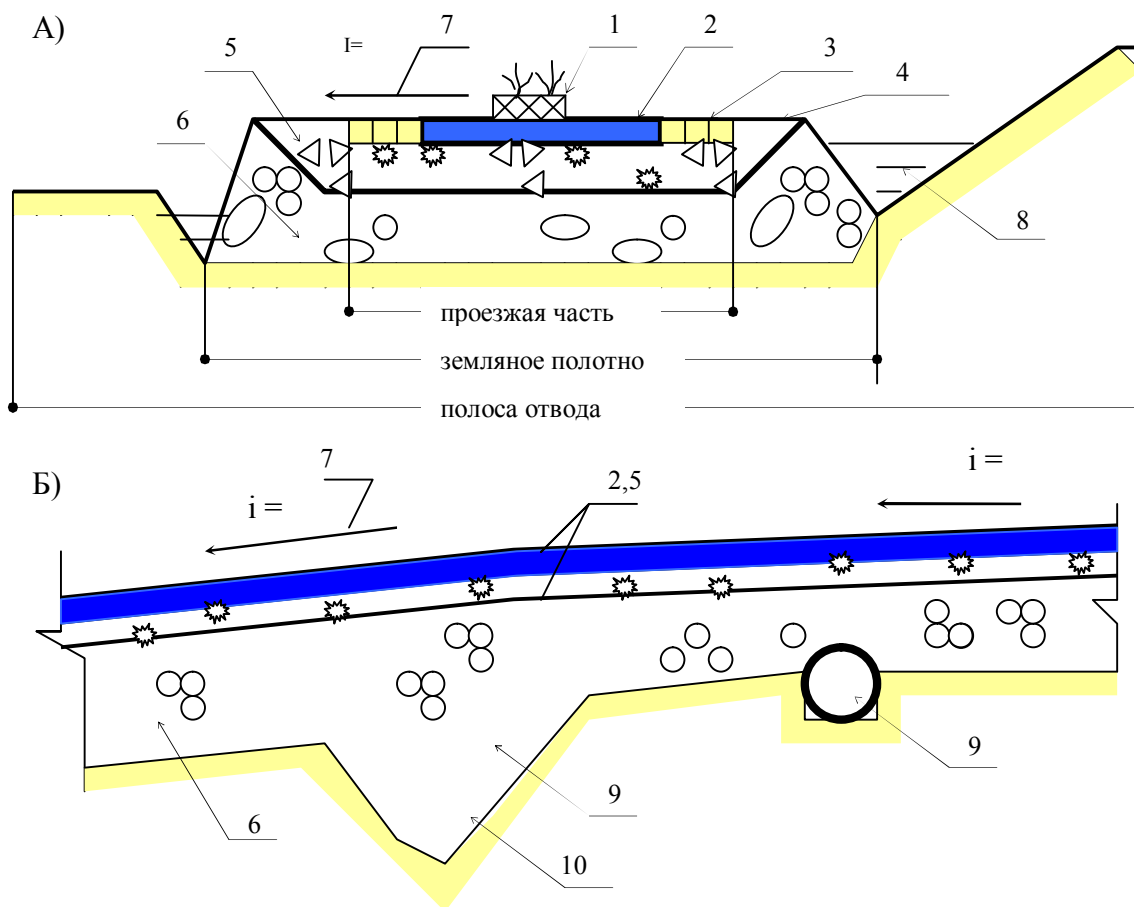


Рис.17.1. Профили автомобильной дороги: А) Поперечный профиль; Б) продольный профиль; 1 – разделительная полоса, 2 – дорожная одежда, 3 – укрепительная полоса, 4 – обочина, 5 – основание под дорожную одежду, 6 – тело насыпи, 7 – уклоны (поперечный и продольный), 8 – кювет, 9 – зона сосредоточенного ведения работ, 10 – естественный профиль местности.

Ознакомимся с терминологией, характеризующей основные конструктивные элементы автомобильных дорог:

§ *поперечный* профиль – поперечное сечение автодороги, характеризующее составляющие конструктивные элементы;

- § *продольный* профиль – продольное сечение автодороги, характеризующее составляющие конструктивные элементы;
- § *проезжая часть* – основная, эксплуатационная часть дороги, по которой осуществляется движение автотранспорта;
- § *земляное полотно* – объём земляных работ по устройству насыпной части автодороги;
- § *полоса отвода* (отчуждения) – зона проведения строительных Ра-бот в поперечном сечении автодороги. Эта зона отводится при проектировании на весь комплекс строительства (включая организацию строительства и перспективу расширения автодороги);
- § *разделительная полоса* – конструктивная зона автодороги, разделяющая противоположные направления движения. Не предназначена для эксплуатации и носит, как правило декоративный вид ;
- § *дорожная одежда* – основная, искусственно укреплённая часть проезжей части, предназначенная для эксплуатации;
- § *укрепительная полоса* – часть дорожной одежды, расположенная между покрытием и обочиной. Служит для предохранения кромок покрытия в зоне повышенных нагрузок;
- § *дорожное покрытие* – часть дорожной одежды, наиболее прочной в конструктивном отношении, предназначенная для движения транспорта;
- § *обочина* – часть дорожной одежды, расположенная по границам поперечного профиля. Обочина имеет важное эксплуатационное значение (остановка и стоянка автотранспорта, движение пешеходов, расположение строительной техники при ремонтах и др.;
- § *кювет* – водоотводная траншея с расчётным продольным уклоном, укреплённым дном и откосами;
- § *тело насыпи* – суммарный объём земляных работ (насыпь), выполняемый при строительстве автодороги;
- § *зона сосредоточенного ведения работ* – фронт работ большой трудоёмкости, сконцентрированный на ограниченном участке рельефа.

Дороги классифицируются по назначению и по конструкции покрытия.

По назначению автомобильные дороги делятся на:

- § *дороги общего назначения*. Классификатор содержит шесть категорий дорог, характеризующихся следующими параметрами: интенсивностью движения; шириной проезжей части; количеством полос движения; наличием обочин, разделительной и укрепительной полос;
- § *городские* дороги, классифицируются по минимальному количеству и ширине полос движения, расчётной скорости движения, наличию тротуара. Выделяются скоростные, магистральные, местные (районные и городские) и внутриквартальные типы дорог;



§ *сельские* дороги. Разбиты на три категории в зависимости от ширины проезжей части (3,5...6,0 м) и наличии обочин.

По конструкции покрытия дороги разделяются на:

§ автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием (капитальные и облегчённые). Это асфальтобетонное, цементно-бетонное и брусчато-мостовое покрытия;

§ переходные покрытия: сборные железобетонные плиты, щебёночные, грунтощебёночные и шлаковые покрытия;

§ низшие: грунтовые дороги, укреплённые гравием, щебнем, дресвой.

## **17.2. Организация дорожно-строительных работ.**

Последовательность строительства устанавливается исходя из деления всех дорожно-строительных работ на три периода: подготовительный, основной и заключительный.

*В подготовительный* период осуществляется организационно-техническая подготовка строительства для обеспечения его развёртывания на начальных участках, определённых проектом организации строительства.

*В основной* период выполняют все строительные работы.

*В заключительный* период ликвидируют базы и другие временные сооружения, проводят рекультивацию земель.

Все виды работ по строительству автодорог разделяются на:

§ *заготовительные* – включают подготовку и хранение материалов, полуфабрикатов и деталей, изготавливаемых предприятиями стройиндустрии (заготовка камня, приготовление асфальтобетона, изготовление конструкций мостов, труб, дорожной обстановки);

§ *транспортные* – производится перевозка дорожных материалов автомобильным, железнодорожным или водным транспортом. В эту группу работ входит доставка материалов и полуфабрикатов на склады, заводы, промежуточные базы и на места непосредственной укладки;

§ *строительно-монтажные работы* – выполняются работы по возведению всех элементов поперечного профиля дорог, устройство дорожной обстановки, строительство зданий и сооружений дорожной инфраструктуры.

По равномерности и повторяемости дорожно-строительные работы разделяются на линейные и сосредоточенные.

*Линейные* – работы, объёмы которых равномерно распределены по всему объекту. К ним относятся: земляные работы, устройство оснований и покрытий, устройство водопропускных труб, небольших подпорных стенок и др.

*Сосредоточенные* – работы большой трудоёмкости, сосредоточенные на незначительном протяжении (мосты, большие выемки и насыпи, дорожные развязки на нескольких уровнях, водопропуски большого расхода).

Для организации линейных работ применяются два метода: поточный и раздельной организации. *Поточным* методом выполняются дорожно-строительные работы на всех линейных объектах, имеющих достаточную протяжённость. Комплексный поточный метод предусматривает непрерывное и равномерное производство в течение всего периода строительства. Если протяжённость участка дороги недостаточна и периоды развёртывания и свёртывания потока превышают время его эффективной работы, то работы ведутся методом *раздельной* организации, при котором каждый строительный процесс выполняется самостоятельно.

Аналогично выполняются сосредоточенные площадочные работы.

При организации строительства в целом, широко распространён и *некомплексный поточный* метод, когда земляное полотно, малые и средние мосты и трубы возводят за год до устройства дорожной одежды поточным методом, а дорожную одежду сооружают отдельно (поточным методом, не связанным единым графиком всех работ).

При новом дорожном строительстве, а также при реконструкции на достаточном протяжении поточный метод предусматривает: выполнение всех строительных работ комплексно-механизированными подразделениями (колоннами, отрядами, бригадами); обеспечение их необходимыми ресурсами, в том числе, производимыми передвижными притрассовыми установками; передвижение специализированных подразделений непрерывно друг за другом по трассе строящейся дороги с установленной средней скоростью потока, оставляющих за собой полностью готовую автомобильную дорогу.

Основными пространственными параметрами потока являются: захватки, делянки, карты, монтажные участки (в зависимости от вида работ).

За основной временной параметр принята скорость потока, исчисляемая протяжением готовой дороги, заканчиваемой за смену (основной показатель потока). Скорость потока задаётся при технологическом проектировании.

В процессе технологического проектирования принимаются наиболее современные технологии производства дорожно-строительных работ на основе комплексной механизации. В каждом специализированном потоке предусматривается ведущая машина, с которой увязываются производительности вспомогательных машин и механизмов. Эффективность выбора комплекта машин оценивается себестоимостью выполнения единицы измерения работ (1км, 1м<sup>3</sup>, 1т и др.).

Особенности автодорожного строительства необходимо учитывать при составлении календарных графиков и стройгенпланов. Они обязательно должны «привязываться» к топографии местности, учитывать передвижной характер производства работ, поставку большого количества строительных материалов, конструкций и изделий. Стройгенпланы должны составляться на различные периоды строительства и на все участки со специфическими условиями труда.

### 17.3. Подготовительные работы

Подготовительные работы в автодорожном строительстве ведутся практически постоянно. По мере завершения одного участка дороги необходимо подготовить фронт работ для следующего.

Состав подготовительных работ устанавливается в «Проекте производства работ». Примерный перечень технологических комплексов:

- § создание геодезической основы и разбивка трассы;
- § расчистка полосы отвода;
- § водоотведение и временное водопонижение;
- § вынос инженерных сетей и снос зданий и сооружений, попадающих в полосу отвода;
- § устройство временных автодорог и объездов;
- § устройство карьеров и резервов.

Подготовительные работы можно начинать только после утверждения полосы отвода и заключения договоров на земельные участки временно используемые для нужд строительства (*реституты*). После завершения строительства реституты возвращаются землепользователю с обязательной рекультивацией.

Геодезическая разбивочная основа создаётся в виде системы полигонометрических (теодолитных) ходов вдоль трассы автодороги. Базовые координаты и отметки разбивочных точек должны быть получены не менее чем от двух реперов существующей геодезической сети. Необходимо принимать меры к обеспечению сохранности и устойчивости геодезических знаков.

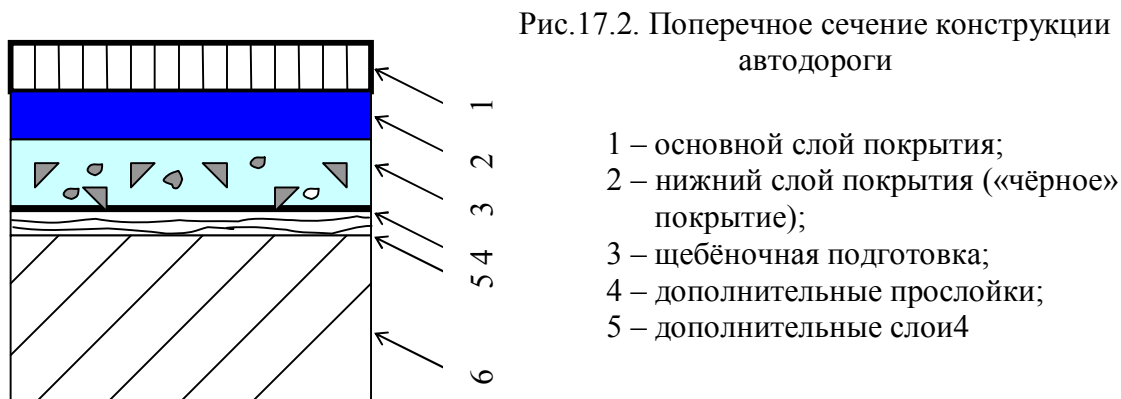
*Трассой называется совокупность линий определяющих положение автодороги в плане (продольная ось, бровки и подошвы откосов).* Разбивка трассы (восстановление и закрепление) производится следующим образом:

- § отметки по оси дороги восстанавливаются не менее, чем через 100 м по прямой и 20 м на кривых участках. Закрепление производится прочно забитыми кольями и высокими вехами или колышками (сторожками) с выносом их за пределы зоны работ землеройной техники и указанием расстояния выноски. Пикетаж – прочно вбитыми кольями с выносом их за пределы полосы работ.
- § границу подошвы насыпи закрепляют колышками через 20...50 м или бороздой;
- § углы поворота трассы – прочно вкопанными угловыми столбами (диаметром не менее 10 см и высотой 0,5...0,75 м). Столбы располагаются на продолжении биссектрисы угла в 0,5 м от его вершины. На столбах закрепляются таблички с параметрами углов;
- § Полоса отвода закрепляется столбами в каждую сторону от оси дороги.

Технологии выполнения подготовительных работ принципиально не отличаются от принятых в гражданском строительстве.

### 17.3. Сооружение земляного полотна

Земляное полотно является основным конструктивным элементом автомобильной дороги и его сооружение (организация и технологии производства работ) является определяющим в автодорожном строительстве.



При сооружении земляного полотна выполняются следующие технологические комплексы строительных работ:

- § детальная разбивка элементов дороги и подготовка основания;
- § разработка выемок и возведение насыпей;
- § уплотнение грунта;
- § окончательная планировка, укрепление откосов.

Детальную разбивку земляного полотна и элементов сооружений выполняют в зависимости от способа производства механизированных работ и устанавливают в соответствующих технологических картах. Основные разбивочные знаки выносят на обрезы, а правильность очертания земляного полотна при производстве работ контролируют нивелиром, визирками и дополнительными промерами. Все отметки выносят на разбивочные колышки. Во время работы дорожных машин необходимо следить, чтобы отметки сохранялись до конца работы на участке.

Подготовка основания под земляное полотно включает в себя: снятие плодородного слоя; устройство мероприятий по поверхностному водоотводу (создание рабочих уклонов, дренажей, водоотводных канав); закрепление и замена слабых грунтов. Эти работы в основном выполняются в подготовительный период.

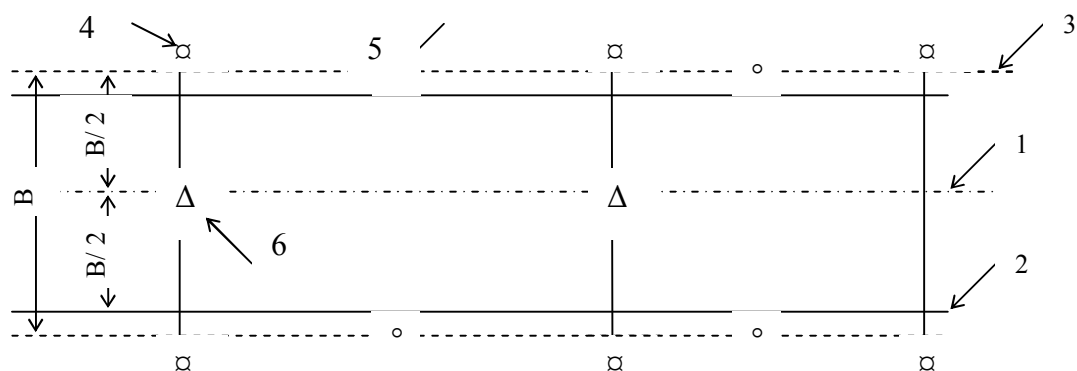


Рис. 17.3. Разбивка трассы: 1 – ось дороги; 2 – подошва откоса; 3 – полоса отвода; 4 – выносной столбы; 5 – выносные колья; 6 – пикеты

Разработка выемок и возведение насыпей – основные объёмы работ при возведении земляного полотна. В зависимости от рельефа местности поперечные профили могут иметь различный вид (рис.17.4.).

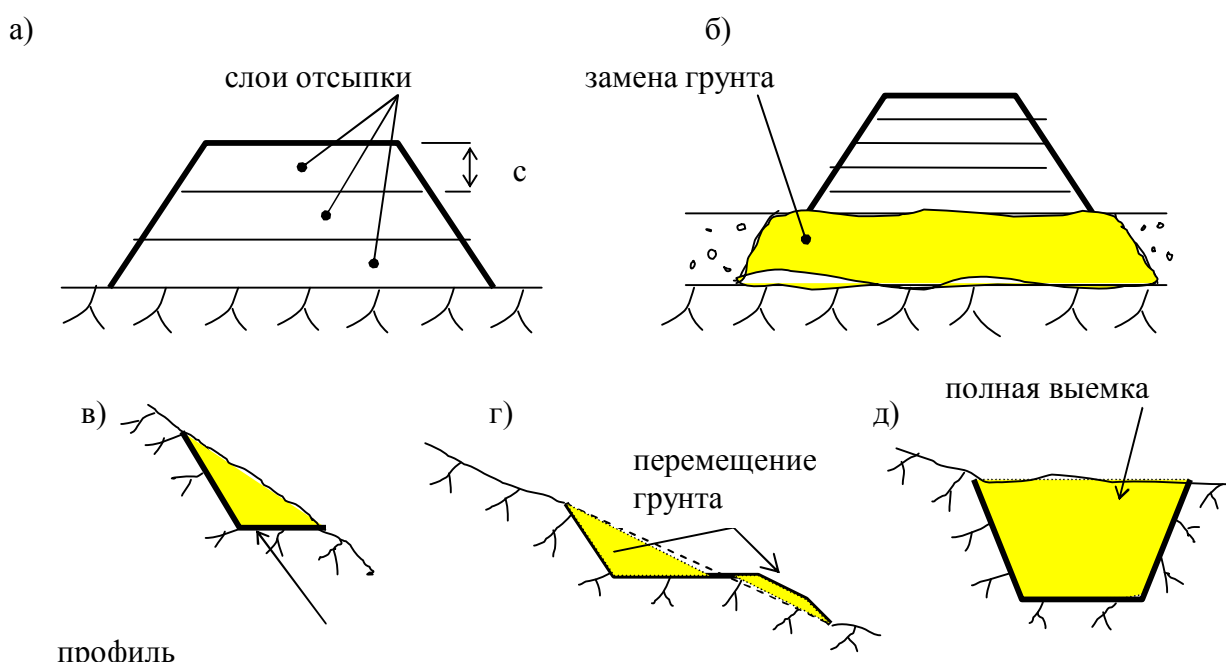


Рис. 17.4. Виды насыпей и выемок: а) насыпь на горизонтальном участке; с – толщина слоя ; б) насыпь на слабом основании; в) выемка на косогоре (полувыемка); г) полувыемка-полунасыпь (с «нулевым» балансом земляных работ); д) полная выемка

### Возведение насыпи

Возведение насыпи заключается в последовательной укладке разработанного ранее грунта с уплотнением. Пригодность грунтов для сооружения земляного полотна определяется их дорожно-строительными свойствами. Наиболее пригодны крупнообломочные, песчаные и супесчаные грунты. Глинистые грунты малопригодны, или непригодны из-за склонности к

морозному пучению и технологических сложностей при отсыпке и уплотнению.

Грунты отсыпаются слоями толщиной 0,5...1,0 м в зависимости от вида грунта и принятой (в технологической карте) технологии производства работ. сразу после отсыпки грунт разравнивается и уплотняется грунтоуплотняющими машинами. Достоинствами этого метода можно считать возможность получить отсыпи с различными характеристиками плотности и возведение насыпи из различных грунтов.

Для сооружения земляного полотна используют бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, экскаваторы. Выбор ведущей машины зависит от высоты насыпи, вида грунта и дальности его перемещения.

При организации объектного потока фронт работ разбивается на парные захваты. На первой захватке ведётся отсыпка грунта, а на второй – уплотнение. Размеры захваток увязываются с производительностью грунтоуплотняющих машин и влажностью грунта.

При возведении насыпи необходимо учитывать изменение объёма отсыпки в результате искусственного уплотнения (против объёма грунта в резерве).

$$V_n = V_p / K_y$$

Где,  $K_y$  - коэффициент относительного уплотнения грунта в насыпи сравнительно с его естественной плотностью в резерве;

$V_n$  - объём грунта в насыпи;

$V_p$  - объём грунта в резерве

При отсыпке верхнего слоя ширина бровки увеличивается на 0,5 м с целью размещения резерва грунта для последующих планировок при выдерживании насыпи (для самоуплотнения).

При составлении технологических карт необходимо устанавливать схемы разработки, перемещения и укладки грунта с указанием высотных отметок насыпи по каждому слою, рабочие и холостые ходы основных машин, проектные и рабочие геометрические параметры земляного полотна.

При производстве работ на сосредоточенных участках (например отсыпка грунта в заболоченный участок) работы могут организовываться: «пионерным» методом – засыпка песка в обводнённые грунты для отжима воды, а потом послойно вести последующие отсыпи.

### **Разработка выемки**

Разработка выемок в автодорожном строительстве ведётся по двум основным схемам: полунасыпь-полувыемка и полным профилем.

Неглубокие выемки разрабатываются экскаватором способом «лобовой проходки» сразу до проектных отметок.

Глубокие выемки разрабатываются ярусным способом. Разработка ведётся в поперечном и продольном направлении. В поперечном сечении выемка разделяется на ярусы с высотой забоя соответствующей расчётным параметрам землеройных машин (определяется в технологической карте).

Каждый ярус должен иметь берму для проезда рабочего транспорта и обеспечения устойчивости откоса.

Выемки полного профиля, в зависимости от вида грунта, разрабатываются одноковшовыми или многоковшовыми экскаваторами с отвозкой грунта автосамосвалами в резерв или в насыпь дороги на других участках. Для разработки песчаных грунтов могут применяться различные ковши-грейферы.

Земляное полотно в полунасыпи-полувыемке выполняется, как правило, бульдозерами. При больших объёмах работ могут применяться скреперы. Выравнивание дна выемки производится автогрейдерами, а откосов – планировщиками-откосниками.

При производстве работ полувыемка-полунасыпь, во избежание деформации земляного полотна, из за неравномерных осадок, не допускается резкая (по крутизне) граница между насыпью и выемкой.

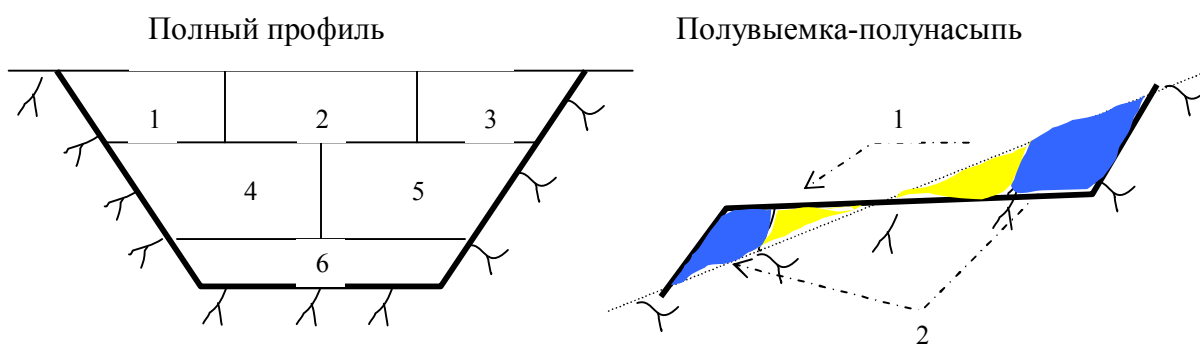


Рис.17.5. Примерная очерёдность разработки грунта в выемках по захваткам.  
1.... 6 - номера захваток.

При разработке грунта всегда необходимо предусматривать водоотводящие сооружения на косогорах и уклоны на каждом ярусе выемки. Перед началом основных работ вдоль продольной оси выемки прокладывается пешеходная тропа и рабочий проезд для обеспечения прохода персонала и проезда машин и механизмов, участвующих в работах.

При наличии прочных грунтов разрабатываются специальные технологические документы (ППР, ТК) по производству взрывных работ. Зимой производится послойное рыхление мёрзлых грунтов.

#### **Уплотнение отсыпанных грунтов.**

Уплотнение грунтов в искусственно отсыпанных насыпях преследует следующие цели:

- § способствует улучшению структуры грунта и его однородности;
- § повышает устойчивость земляного полотна;
- § уменьшает неравномерные осадки при увлажнении, промерзании и оттаивании грунтов отсыпки;

§ обеспечивает максимально возможный модуль упругости верхних слоёв грунта, позволяющий уменьшить потребную толщину дорожной одежды.

Создание устойчивого земляного обязательно во всех случаях, когда дорожная одежда устраивается непосредственно после возведения насыпи и в выемках в пределах 1,2,5м. Значение необходимой плотности устанавливается в проекте (в пределах 0,85...0,98 от плотности в естественном залегании).

Многочисленные эксперименты показывают, что для получения наиболее плотной структуры необходимо, чтобы влажность грунта была такой, при которой процент заземлённого воздуха находился в пределах 4-6%. При этом образуются наиболее прочные гидратные оболочки, обеспечивающие минимальную фильтрацию и наименьшее разбухание грунта, а следовательно, и наивысший возможный модуль упругости. Если влажность ниже, т.е. объём пор, занятый воздухом, выше, то устойчивой структуры не создаётся и при увлажнении грунт легко разбухает, и тем больше, чем ниже влажность, а при недостаточной плотности, наоборот, доуплотняется и даёт осадку, а модуль упругости в обоих случаях падает. Если влажность вытесняет указанный процент воздуха, то структура также делается неустойчивой, особенно при ударном уплотнении, и модуль упругости уменьшается.

Уплотнение грунтов производится послойно (толщина слоя 0,3-0,5м), вслед за их отсыпкой. Работы ведутся звеном грунтоуплотняющих машин по захваткам. Размер захватки (L) устанавливается в ППР в пределах 100...300м.

$$L = \Pi t_0 / 2T h B$$

Где:  $\Pi$  – производительность звена грунтоуплотняющих машин м<sup>3</sup>/час.;

$t_0$  – время сохранения оптимальной влажности, сек.;

T – продолжительность смены, час.;

h, B – размер слоя укатки.

Оптимальная влажность грунтов при укатке зависит от вида грунта и находится в пределах: глина-23...28%, суглинки-15...25%, пески- 8...14%. Если грунт высыхает, то производится поливка поливомоечными машинами. Вода разливается в несколько приёмов, чередуя увлажнение с перемешиванием посредством вспахивания или рыхления. Переувлажнённые грунты сушат (устраивают технологические перерывы в работе).

Уплотнение грунта ведётся по всей ширине насыпи с обеспечением перекрытия следа предыдущей проходки на 20-30см. Количество проходов рассчитывается в технологических картах - (от 3 до 12).

Выбор способа уплотнения зависит от вида грунта и его влажности.

§ *Укатка* – применяется почти для всех видов грунтов. Используются различные виды катков: пневмоколёсные и гладкие самоходные - для всех грунтов; кулачковые - для связных; решётчатые – несвязных обломочных, комковатых, мёрзлых. Катки могут быть самоходные и прицепные массой от 3-х до 25т.



§ *Вибрирование* – применяется при несвязных и малосвязных грунтах (песках). Используются вибрационные катки прицепные и самоходные массой 3-12т, виброуплотняющие плиты массой 125-750кг, вибротрамбовки.

§ *Трамбование* – применяется для всех видов грунтов, укладываемых в стеснённых условиях, в зимнее время, отсыпками большой толщины (до 1,5м), отсыпи на откосах и др. Используются трамбуемые плиты, подвешенные к стреле экскаватора массой 2-12т; дизельтрамбовки на базе трактора Т-130; лёгкие (0,1-1,5т) пневматические и электрические трамбовки. При расчёте эффективности трамбования задаются высотой падения плиты и рассчитывают количество ударов.

После уплотнения производится лабораторный контроль качества работ.

#### **Отделка земляного полотна и укрепление откосов.**

В процессе производства основных земляных работ насыпи и выемки получают грубое очертание – откосы их неровны, бровки извилисты, а в выемках остаётся недоработанный грунт. Для придания поперечному профилю проектной формы выполняются специальные отделочные и укрепительные работы.

К отделочным относятся планировка поверхностей насыпей, выемок и резервов. К укрепительным – укрепление откосов насыпей, выемок и резервов; дна резервов и канав от размыва водой и выдувания ветром. Планировка земляного полотна и зачистка выемок до проектных отметок выполняется сразу после окончания основных работ специализированным звеном.

Очередность планировки: *насыпь* – земляное полотно, откосы;  
*выемки* – откосы, дно выемок.

Планировочные работы выполняются автогрейдерами, экскаваторами и бульдозерами с навесным оборудованием (откосники, уширители отвала, скрепки, струги). Для доработки выемок и резервов применяются землеройные машины – бульдозеры, скреперы и экскаваторы-драглайны.

Отделочные работы желательно выполнять при оптимальной влажности грунтов, что позволяет использовать срезаемый грунт для засыпки понижений, хорошего его уплотнения и облегчает работу машин.

Планировка производится, начиная с наиболее низких участков (в продольном профиле), для обеспечения водоотвода в процессе производства работ. Автогрейдерами можно планировать откосы положе 1:3 при непосредственном движении по ним. Более крутые откосы планируются с помощью удлинителя ножа и путём выноса ножа грейдера в сторону. Автогрейдерами планируются откосы насыпей до 3,5м.

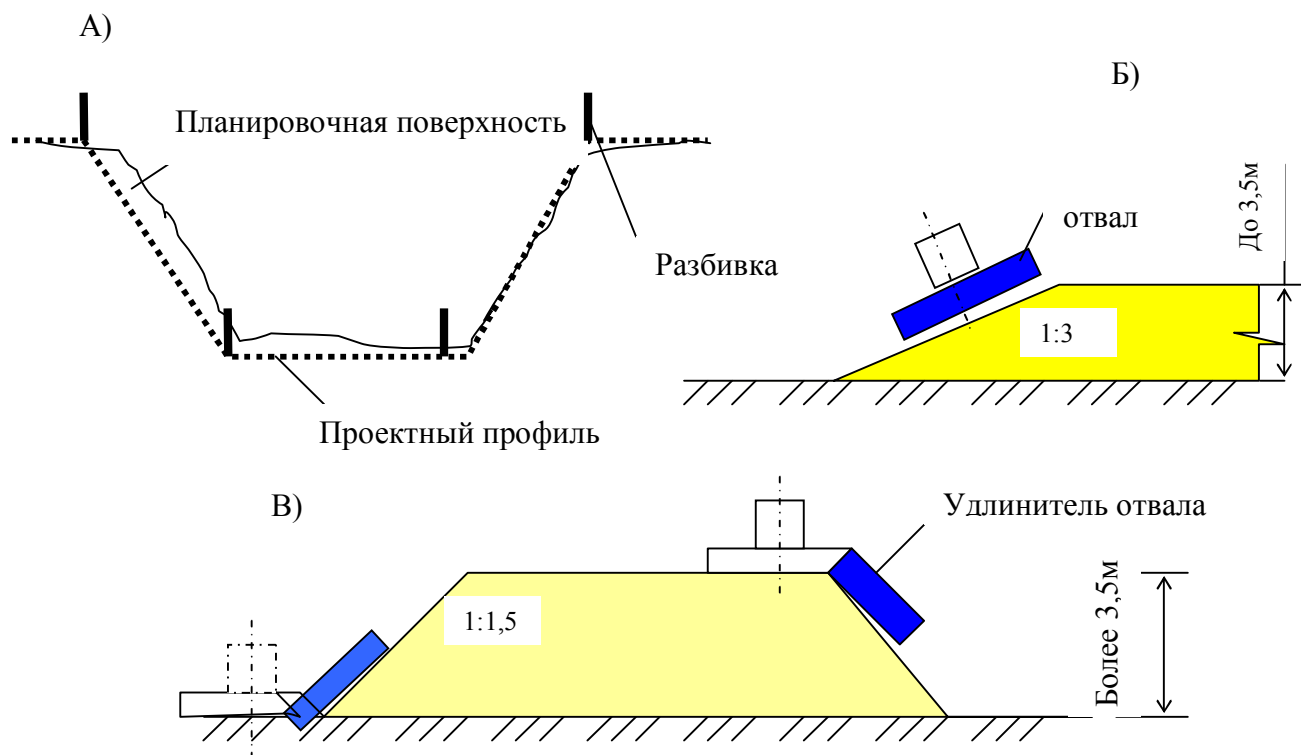


Рис.17.6. Схемы планировки откосов: А) – разбивка выемки; Б) – движение грейдера по откосу; В) – применение удлинителя отвала.

Планировка ведётся в несколько проходов по захваткам. Расчётная длина захватки – 300...1000м, зависит от грунтов и вида планировщика. При больших объёмах работ целесообразно применять системы автоматического управления отвалом («Профиль»-П, «Профиль»-30 и др.). Работа этих систем основана на функционировании электрических приводов от датчиков прикреплённых к отвалу и перемещающихся по натянутой копирной струне или получающих сигналы от лазерных датчиков.

Планировка бывает грубой и окончательной. Грубая – перед выдержкой насыпи; окончательная – перед устройством покрытия.

После планировки или окончания строительства искусственных сооружений выполняется крепление земляных откосов (укрепительные работы). Оно обеспечивает устойчивость и надёжность всего земляного полотна. Укреплению подлежат: откосы и обочины земляного полотна, конусы и подходы к малым искусственным сооружениям, верхняя часть земляного полотна.

Конструкции креплений:

- § растительный травяной покров – выполняется засевом долголетних трав или укладкой ранее снятого почвенно-растительного слоя;
- § посадка деревьев и кустарников;
- § одерновка откосов укладкой и временно закреплённых спицами пластов заранее заготовленного дёрна;

- § установка сборных железобетонных элементов в виде сплошных или решётчатых блоков-плит;
- § крепление откосов каменной наброской из сортированного камня, устройство каменных банкетов у подножия откосов ;
- § монолитные крепления откосов из бетона с армированием;
- § крепление фашинами, габионами, армированным грунтом.

Вид крепления зависит от крутизны откоса, материала откоса, метеоусловий, наличия местных материалов, возможностей механизации и др.

#### **Устройство специальных слоёв в земляном полотне.**

Дополнительные слои и прослойки снижают влажность в различных точках земляного полотна, что предохраняет насыпь от замерзания и последующих неравномерных осадков после оттаивания. Мероприятия по снижению влажности грунтов обязательно применяются при использовании пучинистых грунтов. Дополнительные слои и прослойки помогают уменьшать толщину дорогостоящих слоёв дорожной одежды.

Дополнительные слои разделяются по назначению:

- § *морозозащитные (теплоизолирующие)* – применяются для повышения температуры насыпи в зоне льдообразования. Выполняются из бетонных смесей с лёгким заполнителем; пористых каменных материалов, обработанных вяжущими; золошлаковых смесей. Высокий эффект даёт укладка различных синтетических материалов. Укладка их производится по индивидуальным технологическим схемам.
- § *Дренирующие* – повышают коэффициент фильтрации насыпи в опасных зонах (по условиям замерзания). Устраиваются отсыпкой и уплотнением крупнозернистых песков, щебня различных фракций, сортированного камня.
- § *Водонепроницаемые* – устраиваются по откосам и под дорожной одеждой, служат для отсечения атмосферных вод. Выполняются из гидроизола, синтетической плёнки. Часто используется пропитка местного грунта органическим вяжущим (гудроном, жидким битумом, нефтяными эмульсиями). После пропитки производится рыление с последующей укаткой.
- § *Капилляропрерывающие (противозаиливающие)* – создают преграду для подъёма капиллярной воды. Применяются при высоком уровне грунтовых вод. Основа конструкции – слой из дренирующего материала по которому невозможно капиллярное поднятие воды. Выполняются в виде «обратного фильтра» из песка и щебня различных фракций.

При близком залегании водоносного слоя устраивают подкюветный и откосный дренаж с заложением водоотводной дрены ниже расчётной глубины промерзания.

Устройство дополнительных слоёв и прослоек ведётся в процессе отсыпки насыпи. После выполнения прослоек дальнейшие отсыпки ведутся по способу «от себя» с использованием бульдозеров, так как заезд на прослойку

автомобилей и землеройного транспорта запрещается, пока не будет создан уплотнённый слой грунта толщиной не менее 0,5...0,6м.

#### 17.4. Устройство дорожной одежды

Современные дорожные одежды состоят из нескольких конструктивных слоёв: покрытия – верхнего слоя дорожной одежды, который может состоять из слоя износа и одного или нескольких несущих слоёв; основания, которое может состоять из верхнего и нижнего несущих слоёв; дополнительных слоёв различного назначения.

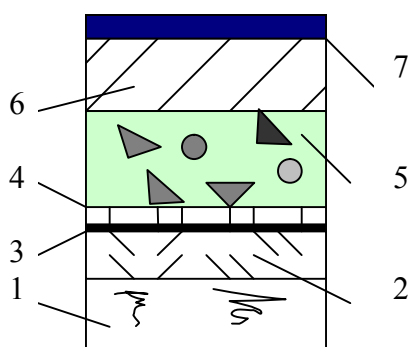


Рис. 17.7. Конструкция дорожной одежды

- 1 - тело насыпи;
- 2 - улучшенное грунтовое основание;
- 3,4 – дополнительные слои и прослойки;
- 5 – щебёночная (гравийная) подготовка;
- 6 – нижний слой покрытия («чёрное основание»);
- 7 - основной («верхний») слой покрытия.

Естественное грунтовое основание оказывает существенное влияние на работу дорожной одежды в целом и на работу её отдельных слоёв в процессе строительства автодороги. Поэтому целесообразно улучшать грунтовое основание различными способами с целью повышения его несущей способности и обеспечения возможности движения рабочего транспорта в период строительства.

#### Устройство основания под «верхний» слой покрытия

В номенклатуру работ по устройству основания под «верхний» слой покрытия входят следующие технологические комплексы:

- § дополнительная профилировка и подсыпка верхнего слоя тела насыпи;
- § устройство временных подъездных дорог, площадок хранения материалов, съездов-выездов;
- § улучшение и доуплотнение грунтового основания;
- § устройство дополнительных слоёв и прослоек;
- § строительство разделительных полос;
- § подготовка «чёрного» основания.

При сооружении автодорог высоких категорий предусматривается технологический перерыв на самоуплотнение насыпи. После отсыпки верхнего слоя грунтового основания работы по сооружению автодороги приостанавливаются и допускается движение транспорта с ограничениями по скорости и интенсивности движения сроком на один год. За этот период насыпь даёт расчётную осадку и самоуплотняется. При этом отметки верха насыпи изменяются в сторону уменьшения. После возобновления строительства

проводится геодезическая съёмка профиля и недостающий грунт отсыпается с уплотнением до проектных отметок.

Параллельно проводятся работы по обеспечению технологических требований по устройству основного покрытия, предусмотренным стройгенпланом.

К ним относятся временные технологические площадки, подъездные дороги и съезды-выезды к месту выполнения отдельных процессов специализированными потоками. Устройство временных подъездов связано с перемещением большого количества грунта и наличием парка постоянно действующих машин для производства земляных работ.

При дополнительной профилировке проводятся исследования качества грунта и при необходимости верхний слой грунтового основания может быть снят и заменён, или разрыхлен и доуплотнён, с введением добавок улучшающих качество основания. В этот же период устраиваются некоторые дополнительные слои (противозаиливающие, теплозащитные).

Если проектом предусмотрена разделительная полоса с посадками деревьев и кустарников, то её строительство должно опережать устройство оснований под покрытие и само покрытие. При отсутствии посадок монтаж бордюра разделительной полосы можно производить после первой россыпи щебёночного основания.

Щебёночное основание является основным (несущим) слоем дорожной одежды, на которое укладывается покрытие. Назначение его – восприятие нагрузки от автомобильного транспорта через покрытие и распределение её на грунт земляного полотна. Щебень отсыпается послойно, в соответствии с проектом, и уплотняется. В качестве материала применяется сортированный щебень различных фракций, имеющий марку по износу не ниже И – III. Для переходных покрытий может использоваться различный щебень и гравий.

Работы по устройству щебёночного основания одни из самых трудоёмких и проводятся в два этапа.

I этап – распределение основной фракции слоя и его предварительное уплотнение (с обжатием и взаимозаклиниванием);

II этап – распределение расклинивающего щебня с уплотнением каждой фракции (расклинцовка).

Технологический цикл включает в себя следующие процессы:

§ первая россыпь крупного щебня расчетной фракции слоем 15-25см;

§ разравнивание автогрейдером или бульдозером;

§ уплотнение катками за несколько проходов;

§ россыпь слоя толщиной 10-15см более мелкой фракции;

§ разравнивание автогрейдером;

§ уплотнение катками с поливкой (расход воды 15...25л/м<sup>3</sup>);

§ россыпь *расклиновывающей* фракции, поливка и уплотнение с расходом воды 10...12 л/м<sup>3</sup> ;

Размеры фракций относятся между собой как 1 : 0,5 : 0,3. Ориентировочно можно принять:

1 слой – 80...120мм, 2 слой – 40..60мм, 3слой - 10...20 мм.

При уплотнении применяются катки с гладкими вальцами или виброкатки с массой 6...18т (в зависимости от технологических требований). В ППР устанавливается размер захватки (карты), очередность россыпей щебня, количество проходов при уплотнении, масса катков для каждого слоя укатки, технология поливки водой.

При строительстве высокоскоростных магистралей устраиваются дополнительные один или два слоя «чёрного основания», предназначенного для выравнивания эксплуатационных нагрузок. Конструктивно эти слои выполняются из минерального материала высокой прочности обработанного вяжущим.

Чёрное основание устраивается одним из следующих способов:

- § смесь заготавливается на АБЗ (асфальтобетонном заводе) в смесительных установках и доставляется к месту укладки специализированным автотранспортом. Горячая смесь температурой 100...110°С укладывается асфальтоукладчиками и уплотняется звеном катков с гладкими вальцами;
- § доставленный к месту укладки щебень перемешивается на приобъектной технологической площадке с вяжущим и складывается в штабели. По мере надобности материал расходуется в насыпь. Перед укладкой смеси подогреваются и укладываются тёплыми (80..90°С) или холодными (60..70°С);
- § щёбёночное основание укладывается в насыпь, пропитывается вяжущим (жидким битумом, каменноугольным дёгтем, эмульсиями различных составов) и уплотняется за несколько проходов.

Выбор того или иного способа зависит от принятой технологии строительства автодороги, дальности доставки смесей от АБЗ, температуры наружного воздуха и др. причин. Следует знать, что чем выше температура смеси при укладке, тем быстрее она твердеет. Вместе с тем горячие смеси после твердения более хрупкие и менее долговечные.

Горячие смеси применяются при новом строительстве, когда необходима высокая скорость укладки покрытия. Холодные смеси предпочтительнее для ремонтных работ.

После укладки «чёрного основания» по нему устраивается водонепроницаемая плёнка из битумной эмульсии или лака «этиноль».

#### **Технология асфальтирования**

Асфальтобетонные покрытия наиболее приспособлены для восприятия нагрузок от автомобильного транспорта, относительно дешёвы и просты при производстве дорожно-строительных работ – поэтому повсеместно используются для основного покрытия.

Асфальтобетонная смесь (АБС) состоит из следующих компонентов:

- § *щебень* – используется сортированный, из изверженных, осадочных или метаморфических пород с маркой по износу И-I...И-IV и маркой по прочности 1400...500кг/см<sup>2</sup>;
- § *песок* – природный или дроблённый. Применяют обычно крупные и средние пески, чистые, содержащие не более 3...5% пылевидных, глинистых и илистых частиц;
- § *минеральные добавки* – заполнители, предназначенные для повышения прочности и коррозионной стойкости АБС, улучшения сцепления щебня с вяжущим и расхода вяжущего. Они обволакиваются битумом в зоне контакта образуя водонерастворимые соединения, которые влияют на прочность, водо- и теплостойкость асфальтобетонных смесей. Добавки представляют собой порошок, продукт тонкого измельчения известняков, доломитов, металлургических шлаков и др. отходов промышленности;
- § *вяжущее* – органические высокомолекулярные соединения. Они хорошо прилипают к поверхности минеральных материалов, обладают пластичностью, эластичностью, стойкостью против атмосферных воздействий, нерастворимы в воде. К основным вяжущим относятся нефтяные битумы и изготовленные на их основе эмульсии и дёгти.

Нефтяные дорожные битумы подразделяют на вязкие и жидкие.

*Вязкие битумы* классифицируются по маркам на основании основных показателей: вязкости, растяжимости и температуры размягчения. Марка назначается по показателю пенетрации (глубине проникновения стандартной иглы в битум при температуре 25 и 0°С за

5 сек. под действием груза 100г). Диапазон марок – БНД200/300.. .БНД-60/90.

В случае использования битума большой вязкости увеличивается прочность и жёсткость покрытий, менее вязкие битумы повышают стойкость ас-фальта при отрицательных температурах, но увеличивают сроки твердения.

*Жидкие битумы* получают преимущественно путём смешения вязкого битума (марок БНД40/60 или БНД60/90) с разжижителем. Жидкие битумы хорошо обволакивают минеральные материалы, создавая на их поверхности тонкую, прочную и водостойчивую плёнку. Основной показатель жидких битумов – вязкость, определяемая стандартным вискозиметром. Марки устанавливаются по скорости истечения 50мл битума при температуре 60° С через отверстие 5мм в дне вискозиметра. Диапазон марок: СГ40/70... ...МГО130/200.

В состав асфальтобетонной смеси входят по массе: 40...65% щебня; 30...50% песка; 10...15% минеральных добавок и 2...10% вяжущих. При технологическом проектировании состав смеси рассчитывается.

Асфальтобетонные смеси бывают горячие, тёплые и холодные.

*Горячие* – изготавливаются с применением вязкого битума, рабочая температура 170...90° С. Технологическое (рабочее) состояние, в зависимости от температуры наружного воздуха), около 1 часа. Дальность транспортирования от 20км (зимой) до 50км (летом). Движение транспорта можно открывать после 3..5 часов после укладки и уплотнения.

*Тёплые* - изготавливаются с применением маловязких и жидких битумов, рабочая температура 140...80° С. Укладка производится только при положительных температурах воздуха. Эти смеси обладают повышенной трещиностойкостью при низких температурах. Твердение после укладки длится не менее одних суток.

*Холодные* - изготавливаются с применением жидкого битума или эмульсий. Рабочая температура 30...50° С. Эти смеси могут храниться до 8 месяцев на расходных складах и применяться по необходимости. Холодные смеси – морозоустойчивые, могут укладываться при отрицательных температурах (до – 50° С ). Для их твердения требуется несколько суток.

#### **Машины используемые при устройстве покрытий.**

При устройстве асфальтобитумных покрытий используются следующие типы машин: бульдозеры, автогрейдеры, распределители каменных материалов (гравия и щебня), поливомоечные, подметально-уборочные, автогудронаторы, асфальтоукладчики, катки дорожные, битумный котёл-гудронатор, машины для разогрева асфальтобетонных покрытий, автомобили-самосвалы, термосмесители и термопрофилировщики. Номенклатура механизмов очень широкая . В современных условиях рациональный подбор механизации будет влиять на себестоимость дороги.

#### **Технология работ по укладке асфальтобетонных смесей**

В состав работ по устройству основного асфальтобетонного покрытия включаются следующие технологические процессы:

- § очистка основания от пыли и грязи подметально-уборочными машинами, при необходимости сушка и мелкая подсыпка;
- § проверка геометрических параметров основания (ширина, отметки, уклоны). Измерения проводятся теодолитами, нивелирами и рулетками. Особое внимание уделяется наличию неровностей при использовании машин с автоматической следящей системой привода рабочих органов (неровности не должны превышать 2мм). Если неровности превышают допустимые значения, то заблаговременно устраивают выравнивающий слой на неровных местах из того же материала, что и основание, или из асфальтобетонной смеси;
- § детальные разбивочные работы кромок покрытия, слоёв, рабочих отметок по оси дороги,
- § установка базы следящей системы асфальтоукладчика (копирной струны или лазерной системы). При использовании асфальтоук-



ладчиков без следящей системы, для соблюдения требуемого профиля и отметок непосредственно перед укладкой выставляют контрольные маяки из асфальтобетонной смеси, толщина которых должна быть равна толщине укладываемого слоя в рыхлом состоянии;

§ устройство битумной эмульсионной подгрунтовки. Для прочного сцепления слоя асфальта с основанием за сутки до укладки производится поливка автогудронатором битумной эмульсией (расход эмульсии 0,6..0,9л/м<sup>2</sup>);

§ укладка асфальтобетонной смеси. АБС укладывают на прочное, чистое и сухое основание при температуре наружного воздуха не ниже 5°С (для горячих и тёплых смесей). При низких температурах разрабатываются специальные технологии укладки;

§ уплотнение АБЗ.

Подача материала (асфальтобетонной смеси) производится автосамосвалами непрерывно до окончания работ на захватке. При небольших объёмах работ АБС отсыпается на основание вручную, разглаживается и укатывается. Эта технология непроизводительна и требует большого количества рабочих. Современное строительство предусматривает применение высокопроизводительных асфальтоукладчиков.

Фронт работ разбивается на захватки и полосы движения. Длина захватки 100...300м. Ширина полосы укладки назначается кратной ширине покрытия, учитывая размер уширителей асфальтоукладчика (3-3,75м). Смесь укладывается отдельными короткими полосами 25...100м поочередно на каждой половине ширины покрытия. Укладку АБС ведут по схеме (рис. 17.8.).

Уложив одну полосу, переходят на соседнюю, пока не остыла кромка ранее уложенного слоя. При такой технологии особое внимание обращают на то, чтобы укладываемые полосы покрытия были сопряжёнными, а образующиеся продольные швы заделаны. В местах сопряжения необходимо в процессе уплотнения добиться полной однородности фактуры покрытия. Положения края уплотняющих средств обеспечивается правильной установкой асфальтоукладчика перед асфальтированием каждой полосы.

Асфальтоукладчики могут укладывать смесь слоем толщиной 3...20см. толщину покрытия изменяют, регулируя высоту трамбуемого бруса и выглаживающей плиты относительно рамы асфальтоукладчика. При этом учитывают коэффициент уплотнения смеси.

Конструктивные слои из АБС укладывают комплексные бригады в составе 8чел. (включая механизаторов).

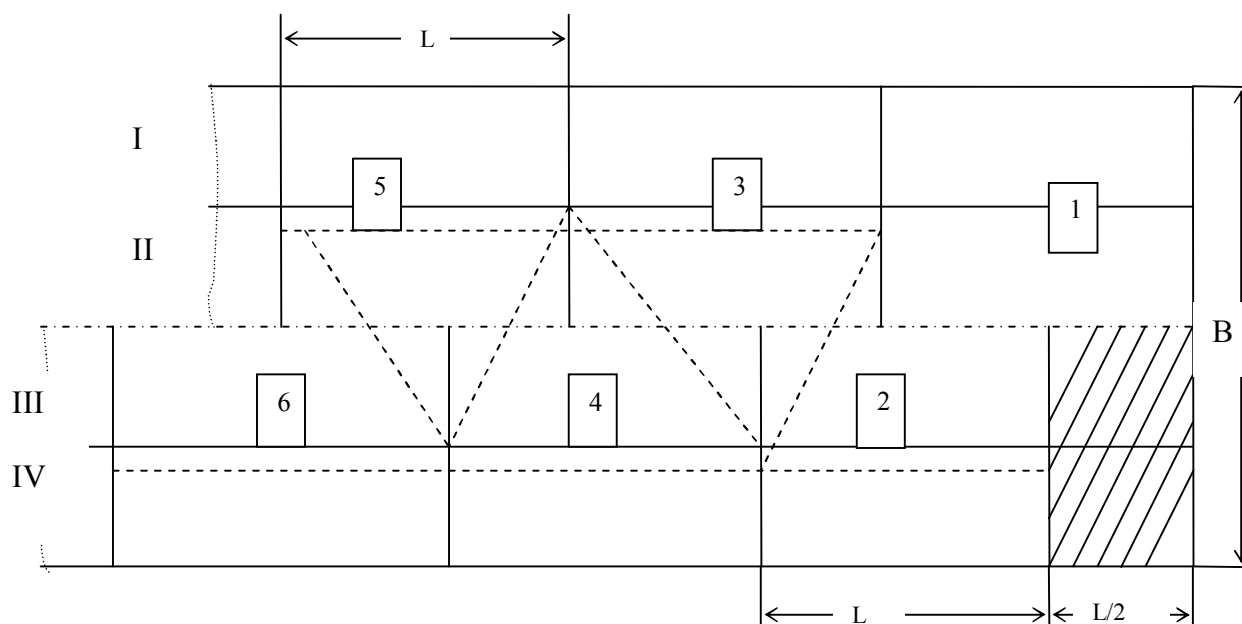


Рис. 17.8. Схема проходов асфальтоукладчика: 1...6 – последовательность участков укладки смеси; I- IV номера полос; B – ширина дороги; L – длина полосы; штриховкой показаны холостые ходы асфальтоукладчика.

Уплотнение АБС – основная технологическая операция, которая предопределяет физико-механические свойства покрытия. В процессе уплотнения при последовательных проходах катка смесь деформируется за счёт уменьшения пористости, т.е. уменьшения объёма уплотняемого слоя. При этом происходит формирование структуры покрытия.

На уплотняемость АБС оказывают влияние температура смеси, её гранулометрический состав и принятыми методами и технологиями уплотнения. Уплотнение производится укаткой гладкими катками, трамбованием или вибрацией. Уплотнение смесей производится, как правило, звеном уплотняющих машин различного назначения. Их подбор, количество проходов, температурный режим смеси, геометрические параметры захваток устанавливаются технологическими картами в составе ППР.

Для обеспечения качества дорожного покрытия необходимо организовать все виды контроля (входной, операционный и приёмочный)

На стадии входного контроля проверяют соответствие компонентов асфальтобетонных смесей техническим условиям.

На месте укладки (операционный контроль) постоянно проверяют температуру и количество укладываемой смеси, ровность, толщину слоя, плотность, прочность, однородность асфальтовых покрытий.

Приёмочный контроль осуществляется по очередям строительства. Замеряются все геометрические параметры продольного и поперечно профиля, составляются исполнительные схемы, акты приёмки скрытых работ и представляются рабочей комиссии по приёмке.

## 18. Строительство зданий и сооружений в усложнённых условиях строительства

Возведение зданий и сооружений приходится осуществлять в различных условиях строительства: в крупных городах и в ненаселённой местности; зимой и в жарком климате; в сложных геологических и гидрологических условиях и при вечной мерзлоте. Эти, так называемые, экстремальные условия строительства накладывают определённые ограничения в стандартные технологии производства работ или требуют разработки новых технологических регламентов.

Рассмотрим некоторые специфические условия строительства.

### **Возведение строительных объектов в условиях плотной городской застройки.**

При строительстве в условиях плотной городской застройки возникает ряд факторов, соблюдение которых обеспечивает качество и долговечность не только непосредственно возводимых объектов, но и окружающих их сооружений. К этим факторам относятся:

- § необходимость эксплуатации объектов, расположенных в непосредственной близости от пятна застройки;
- § невозможность расположения на строительной площадке всего комплекса строительной инфраструктуры, предусмотренной технологией производства работ (бытовые и инженерные сооружения, машины и механизмы);
- § необходимость разработки технических и технологических мероприятий, направленных на защиту экологической среды объекта и существующей застройки.

Ограниченность площадей, выделенных под застройку, препятствует полноценному развёртыванию строительной площадки. Вместе с тем существует целый комплекс обязательных мероприятий, без которых строительство будет приостановлено контролирующими органами. К ним относятся противопожарные мероприятия и обеспечение охраны труда и техника безопасности ведения строительного-монтажных работ:

- § наличие эвакуационных проездов по строительной площадке;
- § подготовленные к использованию пожарные гидранты и средства экстренного тушения пожара;
- § ограждение строительной площадки и опасных зон (котлована, монтажного стационарного крана, складов конструкций);
- § навесы над пешеходными зонами, прилегающими к стройплощадке.

В случаях ограниченной площади участка застройки вне пределов строительной площадки могут располагаться: административно-бытовые помещения; столовые и санитарные помещения; арматурные, столярные и слесарные цеха и мастерские; открытые и закрытые склады. При организации стройгенплана целесообразно предусматривать для этих целей *территории*

*реституты*, по согласованию с их владельцами. Для ограничения складских площадей можно организовывать монтаж строительных конструкций с колёс, применять максимально укрупнённые элементы, применять апробированные в аналогичных условиях передовые строительные технологии. Иногда организуют промежуточные складские площадки в максимальной близости от строящегося объекта. В этом случае потребные материалы и изделия доставляются на объект по мере необходимости и размещают в зоне использования. Использование промежуточных складов накладывают на участников строительного производства (включая поставщиков и заказчиков) строгие требования по выполнению графиков производства работ и доставки технологического оборудования.

Административно-бытовые помещения, выносимые за пределы строительной площадки, могут располагаться в существующих зданиях или во вновь возводимых городках, максимально приближённых к стройплощадке. Используемые площади должны удовлетворять нормативным требованиям по минимальным санитарно-гигиеническим нормам на одного работающего. Доставка работающих на объект осуществляется службой заказчика.

Серьёзной проблемой в условиях плотной городской застройки является размещение непосредственно на площадке крупногабаритных строительных машин и кранов. Краны и бетононасосы должны находиться на строительной площадке или в непосредственной близости от неё. Однако в непосредственной близости от них находятся ранее построенные здания и сооружения, которые препятствуют перемещению стрелы крана или бетононасоса, или нет возможности проложить подкрановые пути. В этом случае используют легкомонтируемые краны стационарного типа (самоподъёмные) на сравнительно небольшой фундамент или (для бетонных работ) применяют бетоноукладочные комплексы, связанные с вертикальной подачей бетонной смеси внутри здания и последующее её распределение на ярусе манипуляторами различных типов. При технологическом проектировании нужно стремиться максимально использовать опыт строительства в аналогичных условиях и современную механизацию.

#### **Поддержание эксплуатационных свойств существующей застройки.**

Здания, расположенные в непосредственной близости от участка застройки, могут быть подвержены ряду воздействий, возникающих в процессе возведения нового здания. К этим воздействиям относятся: отрывка котлована в непосредственной близости от здания и вибрация от расположенных в непосредственной близости строительных машин и механизмов.

Первая группа дефектов возникает от изменения статических характеристик оснований. Удаление грунта вблизи фундаментов зданий приводит к изменению силового поля вокруг них. Поэтому создание конструктивного баланса позволяет компенсировать возникающие воздействия.

Вторая группа дефектов является следствием динамических воздействий работающих строительных машин и механизмов. Их снижение до

допустимых уровней достигают реализацией специальных инженерных мероприятий.

Конкретные мероприятия, направленные на поддержание эксплуатационных свойств существующей застройки разрабатываются в проектах производства работ. к ним относятся:

- § укрепление оснований и фундаментов, которое должно обеспечить статическое равновесие здания на период открытого котлована до возведения несущих конструкций подвальной части нового здания и засыпки пазух котлована. Наиболее часто применяют следующие конструктивные решения: «стена в грунте», шпунтовые ограждения, усиление фундаментов и стен подвалов существующих зданий, укрепление грунтов оснований инъекционными методами;
- § разработка котлованов и устройство фундаментов очередями – это позволяет снизить расход временных подпорных конструкций;
- § выбор машин и механизмов с минимальными динамическими характеристиками;
- § виброизоляция грунтового массива, прилегающего к существующим зданиям и сооружениям.

#### **Строительство зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях**

К экстремальным климатическим условиям относят низкие температуры наружного воздуха, жаркий климат, районы с высокими ветровыми нагрузками, морское побережье с явно выраженной высокой влажностью воздуха.

По нормативным требованиям , условия зимнего периода наступают при установлении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже  $5^{\circ}\text{C}$  и при минимальной суточной температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Зимний период в наибольшей степени оказывает влияние на земляные работы и на возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона. Прекращение этих работ зимой привело бы к увеличению сроков продолжительности строительства, накладных расходов, сроков оборачиваемости инвестиций. В результате возросла бы себестоимость строительной продукции и сократился объём её реализации, с порождением целого ряда социальных проблем.

Поэтому в процессе составления проектов производства работ предусматриваются специальные решения, позволяющие круглогодично вести земляные и бетонные работы. Для земляных работ:

- § проведение мероприятий по предотвращению замерзания грунтов (утепление, вспахивание, засоление);
- § оттаивание грунтов перед разработкой или уплотнением;
- § механическое разрушение мёрзлых грунтов;
- § разработка мёрзлых грунтов взрывами.

Кроме этого, по возможности, в календарных планах предусматриваются строительные работы менее зависимые от температур наружного воздуха.

К производству бетонных работ в зимний период предъявляется ряд требований, основные из которых:

- § выбор и технико-экономическое обоснование способа зимнего бетонирования, с разработкой технологических карт;
- § максимальное сохранение начальной тепловой энергии бетонной смеси при её доставке на объект и в период укладки в конструкцию;
- § удаление снега и наледи из опалубки и армоизделий;
- § увеличение продолжительности уплотнения бетона (по расчёту) при его укладке в конструкцию;
- § обеспечение заданных температурно-влажностных и иных условий выдерживания бетона;
- § достижение требуемой прочности бетона по морозостойкости до его замораживания.

Основой формирования технологии зимнего бетонирования является обеспечение условий, при которых монолитные железобетонные конструкции в короткие сроки, с наименьшими затратами могли бы набрать критическую прочность по морозостойкости или требуемую для восприятия проектных нагрузок с необходимым качеством.

В жарком климате, при температуре окружающего воздуха выше 25<sup>0</sup>С и относительной влажности воздуха ниже 50%, основной проблемой является обезвоживание строительных материалов в «мокрых» процессах. Это, главным образом бетонные и отделочные работы, уплотнение грунта при отсыпках. Выполнение технологических требований производства работ связано с повышенным расходом воды на поливку и дополнительный расход теплоизоляционных материалов.

В условиях как холодного так и жаркого климата необходимо предусматривать мероприятия по охране труда и технике безопасности, закреплённые в нормативной литературе.

В условиях Дальнего Востока актуальны региональные факторы, усложняющие строительство:

- § сильные сезонные ветра на побережье;
- § влажность воздуха в летний период часто достигает 100%;
- § сейсмическая активность в ряде районов;
- § пересечённый рельеф в большинстве районов строительства.

Решение возникающих вопросов в процессе строительства следует искать в тщательной проработке технологических решений, применении современных технологий и строительных материалов, комплексной механизации всех процессов, неукоснительной производственной дисциплине и постоянного повышения квалификации работников.

## 19. Охрана окружающей среды при строительстве зданий и сооружений

Одной из главных проблем, с которой приходится сталкиваться в процессе возведения зданий и сооружений, является воздействие различных факторов строительного производства на сложившуюся окружающую среду. В крупных городах это окружающие здания, население, воздушный бассейн, водный бассейн, грунты с установившемся гидрологическим режимом, флора и фауна.

При составлении строительной технологической документации и выборе технологий выполнения тех или иных строительных процессов необходимо учитывать следующие факторы:

- § наличие повышенного шумового фона, сопровождающего почти все механизированные строительные-монтажные работы;
- § динамическое воздействие работающих механизмов на окружающие строения и грунты;
- § выброс в атмосферу большого количества пылевых частиц различных фракций и газов от двигателей внутреннего сгорания;
- § выработка большого количества строительных отходов (в том числе строительного мусора);
- § разнообразные временные стоки в существующие сети водоотведения и на почву (включая токсичные);
- § нарушения целостности сложившихся геологических условий и гидрологического режима.

С целью уменьшения воздействия вышеназванных факторов на стадии разработки строительных технологий принимаются технические решения, которые отражаются в проектах производства работ.

Для снижения уровня шума на строительной площадке применяются машины и механизмы с наиболее низкими шумовыми характеристиками, малая механизация переводится на электропривод, вводится временное ограждение (запрет работ ночью) для наиболее шумных работ, взрывные работы ведутся только в утреннее время. Например: погружение свай ударным способом заменяется вибропогружением или применением бурозавинчивающих свай; пневматические отбойные молотки заменяют на электромеханические.

Для снижения динамического воздействия работающих машин используются различные виброизоляторы и виброгасители. Наиболее современные из них – рулонные многослойные виброизоляционные материалы, которые укладываются по основанию и стенам подвала снаружи. Этот слой воспринимает как вертикальные, так и горизонтальные динамические колебания и гасит их. Для снижения динамических нагрузок на грунты и основание в зонах установки кранов, бетоноподающих и других машин, вызывающих динамические воздействия, монтируют демпфирующие (принудительно гасящие колебания) инженерные сооружения, значительно снижающие распространение динамических колебаний на окружающую грунтовую среду.

Выброс в атмосферу пылевых частиц средних и мелких фракций – наиболее сложно контролируемый параметр. Максимальное количество пылевых частиц выбрасывается в атмосферу в основном при отделочных работах, таких как шпатлёвка, затирка, покраска, снятие старых отделочных покрытий. Поэтому обеспечив поставку на строительную площадку предварительно окрашенные изделия и оборудование, можно свести до минимума выброс строительной пыли. Кроме того в процессах, связанных с механическим воздействием на твердые материалы (бурение, шлифовка, выдалбливание и др.) рекомендуется в процессе работы производить увлажнение обрабатываемой поверхности. Это приводит к осаждению пылевых частиц, связыванию их водой и последующей уборке вместе с строительным мусором.

Газовые выбросы от двигателей внутреннего сгорания строго контролируются санитарными органами. Поэтому в проектно-сметной документации разрабатывается специальный раздел «Охрана окружающей среды» в котором производится точный учёт всех источников газовой выделений. Суммарная концентрация сравнивается с предельно допустимой и согласовывается с органами санитарного надзора.

С самого начала строительства объекта скапливается огромное количество строительного мусора, что может привести к загрязнению прилегающих территорий. Поэтому необходимо наладить чёткую систему сбора и вывоза бытового и строительного мусора с объекта. На территории строительной площадки устанавливаются стоящие отдельно контейнеры под строительный мусор, в том числе и под сдаваемые отходы, такие, как металлолом, бой стекла, кирпича, бытовой мусор. По мере наполнения контейнеры вывозят на городские свалки, полигоны или пункты приёма отходов строительных материалов. Подрядные организации заключают договора с местными администрациями на использование свалок и полигонов, с указанием планируемых объёмов отходов.

Серьёзную экологическую проблему строительным организациям необходимо решать при отводе поверхностных и производственных вод при строительстве объектов. Планируемый объём стоков должен определяться при проектировании и получении технических условий на водоотведение. Трудности возникают с несанкционированным выпуском на существующий рельеф, при этом вода перемешанная с грунтом заливает прилегающие территории забивает ливневую канализацию. С другой стороны, объёмы стоков могут превышать возможности существующих канализационных сетей, а при новом строительстве сетей вообще может и не быть. Чтобы это предотвратить, необходимо на стадии подготовительных работ обеспечить организованный сток со строительной площадки; заблаговременно реконструировать водоотвод на основании технических условий, а если технических условий нет, то строительство не начинать или внести предложения по водоотводу с утверждением в установленном порядке. На строительной площадке установить зоны мойки транспорта и строительных машин, решить вопрос удале-



ния бытовых вод из городков строителей. В процессе проведения работ запретить любой сброс воды не соответствующий установленным схемам водоотвода.

В процессе строительства, при проведении вертикальной планировки площадки нарушается естественное состояние почв и рельефа местности. Поэтому в проекте строительства обязательно должна предусматриваться рекультивация земель.

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 отведённых участках связаны с нарушением почвенного покрова, поэтому в процессе подготовительных работ должно уделяться особое внимание сбору и сохранности не только растительного грунта, но и потенциально плодородных слоёв.

Сохранность снятого плодородного слоя почвы заключается в том, чтобы не допустить его загрязнения и засорения строительными отходами, 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 рекультивируемых поверхностей от крупногабаритных обломков пород, производственных конструкций, строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием;
- Укрепление откосов и оформление остаточных траншей;
- Создание и улучшение структуры рекультивационного слоя;
- Покрытие поверхности равномерными слоями потенциально плодородными породами и плодородными слоями почвы;
- Посев трав, восстановление кустарниковой и древесной растительности или новые посадки.

Биологический этап рекультивации земель осуществляется после полного завершения технического этапа. Он включает комплекс агротехнических мероприятий по восстановлению плодородия земель (известкование и гипсование, внесение органических и минеральных удобрений).

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

## 20. Комплексная механизация при строительстве зданий и сооружений

### 20.1. Общие положения

Возведение зданий и сооружений невозможно без применения различных машин, механизмов и приспособлений облегчающих ведение строительного-монтажных работ. *Механизация строительства* – внедрение в строительное производство комплекса технических и технологических мероприятий, направленных на замену ручного труда механизированным и автоматизированным.

Наибольший эффект достигается за счёт *комплексной механизации*. Это способ механизированного производства работ при котором все основные и вспомогательные процессы и операции выполняются комплектами машин и механизмов, взаимоувязанными по своей производительности и эксплуатационным параметрам. За расчётный параметр принимается объём работ, выполняемый основной (ведущей) машиной в единицу времени.

При подборе комплекта машин и механизмов различают процессы:

§ *основные* – выполняемые ведущими машинами;

§ *вспомогательные* – способствуют и обеспечивают выполнение расчётных строительного-монтажных работ при помощи вспомогательных машин;

§ *совмещаемые* – дополнительные, выполняемые при помощи дополнительных, резервных машин и средств малой механизации.

Ручной труд при комплексной механизации допускается только в случае полного отсутствия малой механизации или нецелесообразности её использования.

Способы комплексной механизации, виды механизированных работ, условия применения машин – определяются в проектах производства работ или технологических картах. Там же производятся все необходимые расчёты (расчёт требуемой производительности по заданным объёмам работ, увязка технических параметров машин, определение количества машин и др.).

Выбор состава комплектов машин осуществляется в три этапа:

*I этап* – определяется схема комплексной механизации, основные параметры ведущих и вспомогательных машин. Из полученного ряда типоразмеров намечают несколько возможных вариантов комплекта машин (основных, вспомогательных и дополнительных);

*II этап* – из числа отобранных вариантов производится сравнительная технико-экономическая оценка и выбор оптимального варианта;

*III этап* – формирование технологических комплектов (нормокомплектов) средств малой механизации для оснащения бригад (звеньев). Увязка средств малой механизации по производительности и техническим параметрам с основным комплектом машин.

Комплексная механизация технологических процессов предусматривает подбор типов основных машин, определение их количества расчётом и взаимоувязка со вспомогательными (механизмами).

Основные расчётные параметры:

$V$  - объём работ;  $T$  - время работы;  $I$  – интенсивность;  $Q$  – трудоёмкость;  $\Pi_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность расчётных машин

Расчёт производится для частных и специализированных потоков по каждому технологическому комплексу работ.

Типы машин выбираются по техническим характеристикам, которые можно найти в справочной литературе или в технических паспортах.

Количество машин определяется по формуле:

$$N = \frac{V}{\Pi_{\text{э}}} = \frac{M}{k \times t} ;$$

где:  $k$  - ритм потока (смены);  $t$  - количество захваток.

Результаты расчёта должны отвечать зависимостям:

$I_{\text{п}} \leq \Pi_{\text{э.о.}} \cdot I$  - интенсивность (количество) выпуска продукции в смену;

$I_{\text{п}} \leq \Pi_{\text{э.к.}} \cdot \Pi_{\text{э.о.}}$  – эксплуатационная производительность основной машины;

$\Pi_{\text{э.к.}} \leq \Pi_{\text{э.о.}} \cdot \Pi_{\text{э.к.}}$  - эксплуатационная производительность комплекта машин в смену;

$\Pi_{\text{э.в.}} \geq \Pi_{\text{э.о.}} \cdot \Pi_{\text{э.в.}}$  - эксплуатационная производительность вспомогательных машин

Графически структуру комплексной механизации можно представить в виде цепочек взаимосвязанных комплектов машин. Структура может быть простая или комбинированная. В комплекте машины могут взаимодействовать последовательно или параллельно (рис.20.1.).

При взаимодействии по последовательной схеме простой одной машины вызывает простой всего комплекта. Машины в параллельной схеме работают независимо друг от друга, кроме основной (ведущей).

Условие согласования по производительности:

$$\Pi_{\text{э.о.}} \leq \sum \Pi_{\text{э.в}} \times N \text{ - при параллельной схеме;}$$

$$\Pi_{\text{э.о.}} \leq \Pi_{\text{э.в1}} \leq \Pi_{\text{э.в2}} \dots \leq \Pi_{\text{э.ви}} \text{ - при последовательной схеме;}$$

где,  $N$  – общее количество вспомогательных машин.

При согласовании машин по производительности следует учитывать количество типоразмеров машин, так как они имеют различные технические характеристики.

При оценке механовооружённости строительства применяется технико-экономический показатель – *уровень комплексной механизации*. Он характеризует степень комплексной механизации какого-либо вида строительно-монтажных работ. Определяется как отношение объёма работ, выполненных комплексно-механизированным способом к общему объёму работ (выражается в процентах). Подсчёт можно вести в физических величинах, трудоёмкости, стоимости по сметной документации.

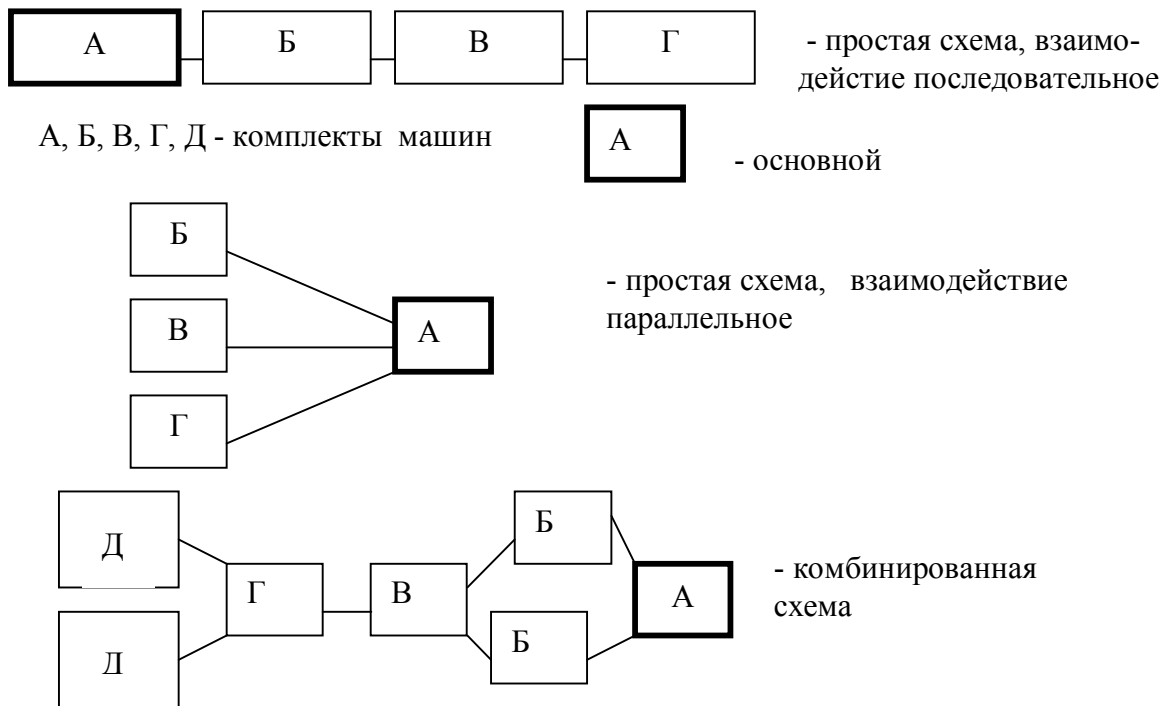


Рис.20.1. Структура комплексной механизации

Если строительство объекта осуществляется несколькими параллельными потоками, то для их выполнения применяют несколько параллельно работающих, одинаковых по составу комплектов машин.

$$N_0 = \frac{V}{T \times \Pi_{3,0}} \quad \text{или} \quad N_0 = \frac{M_n}{m \times k}$$

где,  $V$  - объём работ;  $T$  – продолжительность работ;  $k$  - ритм потока;  $M_n$  – машиноёмкость процесса;  $m$  - число захваток

## 20.2. Комплектация машин для отдельных технологических процессов

Технологические комплекты строительных машин оставляют на основе *схем комплексной механизации*, которые определяются в проектах производства работ. Структура схем зависит от особенностей объекта строительства (объёмы и виды работ; объёмно-планировочные и конструктивные решения; местоположение стройплощадки; природно-климатические, геологические и др. условия).

Номенклатура машин по каждому технологическому комплексу определяется по справочной литературе.

Типы машин по видам работ

### I – Земляные работы

- § рыхлители (прицепные, навесные, в качестве сменного оборудования);
- § экскаваторы различных типов;
- § скреперы прицепные и самоходные;
- § бульдозеры;

- § автотранспорт (грузовики, самосвалы, прицепы);
- § катки самоходные и прицепные;
- § трамбовки различных видов;
- § специальные машины (буровые, для разработки мёрзлых грунтов).

## **II – Свайные работы**

- § бурильные машины и установки;
- § машины и механизмы для погружения свай (копры, вибропогружатели, дизель-молоты);
- § вспомогательные машины ( для срезки голов свай, установки статического зондирования т.д.).

## **III – Бетонные работы**

- § бетоносмесительные заводы и установки (передвижные и стационарные);
- § бетоносмесители;
- § автобетоновозы, автобетоносмесители;
- § бетоноукладчики различных видов, конвейеры-транспортёры, виброжелоба, бетононасосы, манипуляторы;
- § краны стреловые (для грузовых и вспомогательных операций);
- § вибраторы и уплотнители бетонной смеси различных типов;
- § поливочные машины и агрегаты;
- § установки для специальных бетонных работ (вакуумирование, шприц-бетонирование, торкретирование, оборудование для зимнего бетонирования и ухода за бетоном);
- § машины для отделки бетонных поверхностей (затирка, шлифовка);
- § ёмкости для перемещения бетонных смесей (бадья, контейнеры);
- § арматурные мастерские.

## **IV – Монтаж сборных конструкций**

- § монтажные краны различных типов;
- § специальная монтажная техника (стрелы, порталы, шевры, гидроподъёмники др.);
- § транспортные средства (автотранспорт, рельсовый транспорт);
- § сварочная техника (трансформаторы, выпрямители);
- § кондукторы и механизмы для временного раскрепления элементов;
- § тяговые машины и оборудование (лебёдки, тракторы и др.);
- § устройства для бетонирования стыков;
- § такелажная оснастка.

## **V – Отделочные работы**

- § штукатурные станции, растворонасосы;
- § малярные станции;
- § растворосмесители, машины для гашения извести;
- § компрессорные установки;
- § машины для устройства мягкой кровли (разогрев мастик, транспорт мастик, наклейка рулонов);
- § воздушнонагреватели, калориферы;
- § специальная техника по новым отделочным технологиям.

### 20.3. Малая механизация при производстве строительного-монтажных работ

Понятие – «малая механизация» подразумевает технические средства, которые обеспечивают выполнение строительных процессов, дополняя область применения и увеличивая производительность комплектов основных и вспомогательных машин. В технологической документации на строительные-монтажные работы (СМР) малая механизация входит в состав нормокомплекта на строительный технологический комплекс.

*Нормокомплект* – комплект средств малой механизации, приспособлений, приборов и ручного инструмента, рассчитанных на выполнение данного вида работ в соответствии с принятой технологией и наиболее высокой производительностью.

ЦНИИОМТП разработал и выпустил сборники нормокомплектов для различных видов СМР, отдельных типовых проектов и специализированных бригад. Кроме того разработана «Единая номенклатура средств малой механизации», которая приводится в справочной литературе.

Малая механизация разбита на разделы, проиндексирована и сгруппирована в два раздела: межвидовые средства и средства по видам работ.

*Межвидовые средства* малой механизации охватывают механизмы и конструкции, разработанные ведущими конструкторскими организациями, рекомендуемые к применению для любых видов СМР, то есть являющимися универсальными. К ним относятся:

- § 01 – подмащивание по организации рабочих мест по высоте;
- § 02 – грузозахватные приспособления;
- § 03 – средства контейнеризации и пакетирования;
- § 04 – внутрипостроечный транспорт;
- § 05 – средства индивидуальной и коллективной защиты;
- § 06 – ёмкости для хранения и подачи материалов.

Средства по видам работ предусматривают применение специальной техники для отдельных видов работ. они разбиты по подразделам с индексами:

- 10 – земляные работы; 11 – бетонные работы; 12 – монтажные работы;
- 13 – штукатурные работы; 14 – малярные работы; 15 – каменные работы;
- 16 – столярные работы; 17 – кровельные и гидроизоляционные работы;
- 18 – плиточные работы; 19 – стекольные работы; 20 – санитарно-технические работы; 21 – дорожные работы; 22 – устройство полов;
- 23 – обойные работы.

Средства малой механизации включённые в «Номенклатуру...» не являются полными и обязательными, они носят рекомендательный характер и дополняются по мере развития техники и новых технологий строительства.

## 21. Перечень типовых вопросов для итогового контроля

1. Что изучает «Технология возведения зданий и сооружений», какова её связь с другими дисциплинами?
2. Каковы общие принципы технологии возведения зданий и сооружений?
3. Что входит в основные положения технологий возведения зданий и сооружений?
4. Каковы виды строительной технологической документации, её состав?
5. Какие работы входят в подготовительный период?
6. Изложите алгоритм составления строительного генерального плана.
7. С какой целью составляются календарные планы и графики, в чём их различие?
8. Приведите примеры технологий возведения земляных и подземных сооружений.
9. Какова сущность технологии «стена в грунте»?
10. Каковы общие принципы технологий возведения зданий?
11. Объясните структуру строительных технологических циклов?
12. Что такое технологическая модель возведения здания?
13. Изложите общие принципы технологии возведения крупнопанельных зданий?
14. Как организуется контроль качества строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений?
15. Какова очерёдность монтажа конструкций при возведении каркасных зданий?
16. Что такое комплексная механизация в строительстве?
17. Что такое «малая механизация», как она учитывается в техдокументации?
18. Объясните различие между *свободным* и *ограниченно-свободным* методами монтажа полносборных зданий?
19. Каковы особенности возведения зданий безбалочных систем?
20. Изложите основные принципы и методы монтажа одноэтажных промышленных зданий?
21. Как выбрать параметры технологического процесса монтажа зданий?
22. Чем различаются открытая, закрытая и совмещённая технологии возведения зданий?
23. Каковы достоинства и недостатки технологии возведения зданий методом подъёма перекрытий?
24. Изложите принципиальную схему возведения зданий методом подъёма перекрытий.
25. Приведите примеры технологий возведения большепролётных зданий.
26. Перечислите, в технологической последовательности, строительные технологические комплексы при возведении кирпичных зданий.
27. Каковы особенности монтажа зданий с металлическим каркасом?
28. В чём преимущества и недостатки зданий из монолитного железобетона?

29. Какова технология возведения зданий из монолитного железобетона?
30. Приведите примеры различных бетоноукладочных комплексов.
31. Охарактеризуйте особенности применения различных опалубочных систем (сборно-разборная, объёмно-переставная, скользящая, несъёмная).
32. Сравните технологии монтажа мачтово-башенных сооружений методами : наращивания, подращивания, поворотом вокруг шарнира.
33. Изложите технологическую схему монтажа ёмкостных сооружений методом *рулонирования*.
34. Каковы общие технологические принципы строительства автодорог?
35. Каковы виды реконструктивных работ и их технологические особенности?
36. В чём заключается система обеспечения геометрической точности в строительстве?
37. Каковы особенности возведения зданий в экстремальных условиях?



Подписано в печать 15.02.21.  
Электронное издание.

Издательство Современного технического университета

390048, г. Рязань, ул. Новоселов, 35А.

(4912) 300630, 30 08 30