

### **6.1. В чем заключается идея применения в строительстве крупнопанельных зданий компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ)?**

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. Как правильно организовать строительную площадку при монтаже крупнопанельных зданий?**

Возведение крупнопанельных зданий – механизированный процесс сборки из элементов заводской готовности. Применяются грузоподъёмные механизмы, обеспечивающие процесс монтажа зданий различной этажности и конфигурации в плане. Преимущественно используются рельсовые стреловые краны башенные краны расчётной грузоподъёмности, 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 захватки, 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.

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

Очередность выполнения технологических процессов можно представить в виде технологической модели строительства КПД.

### **6.2. Технология возведения подземной части КПД.**

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 осем 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 устанавливают по шнуру, натянутому между маячными блоками или плитами. Заполнение промежутков между опорными плитами производится бетоном, песком или местным грунтом. Направление монтажа плит и блоков – вдоль ленты на кран. Для устройства вводов коммуникаций в фундаментных стенах между блоками оставляют 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.

### **6.3. 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: проинвентаризовать 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.

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.

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

Надземную часть крупнопанельных жилых домов возводят по двух-циклической или трёхциклической технологиям. При двухциклической техно-логии 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 трёхциклической и многоциклической технологиям, например, с выделением в 4

цикл 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 одно-го 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 монтаж-ников (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 нижежащего этажа. Выполнение стыков ведут звенья изоляровщиков (2чел.) и бетонщиков (3чел.), работающих в первую смену.

Монтаж конструкций ведётся поэтапно 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 (тюбинги шахт лифта, сантехкабины), панели наружных стен, панели внутренних стен, перегородки и самонесущие элементы (вентблоки и электропанели), лестничные площадки и марши, стенки лоджий, панели перекрытий, элементы мусоропровода.

Первоочередной монтаж панелей наружных стен обусловлен много-слойной 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.

#### **6.5.Как обеспечивается точность монтажа конструкций КИД?**

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 рисков 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.

#### **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 проводов 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 столбчатых изделий; острожка и шлифовка паркетных полов и покрытие их лаком.

Трудоёмкие малярные работы выполняются механизированным способом.

#### **6.7.Какова специфика возведения КИД башенного типа.**

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

Здания этого типа возводят по двухциклической или трёхциклической технологиям, при двухциклической 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 однократной системе, что исключает одновременное с монтажом выполнение других работ. Существенным недостатком является то, что продолжительность возведения здания возрастает за 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 трёхциклической технологии работы производятся по схеме: монтаж – внутренние работы – отделочные работы.

#### **7.1.Характеризуйте основные монтажные единицы при возведении одноэтажных промышленных зданий.**

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 двухветвевой сечения.

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

Подкрановые балки выполняют 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 устанавливаются 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 трапециoidalного 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 применяются 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)х09; 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 раздельные оконные проёмы. Панели торцевой стены крепятся к факверковым колоннам и стойкам.

## **7.2. Какие методы монтажа сборных зданий вам известны?**

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 раздельным методом, тяжёлого типа – комплексным, но основным методом монтажа является – смешанный метод.

## **7.3. 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 выполняются 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 последующего уплотнения грунта выполняется бетонная подготовка под полы.

## **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 отдельных 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 получить законченную монтажную продукцию (каркас), но приводит к снижению производительности труда, так как требует значительной переналадки монтажной оснастки в связи с большой разницей в массе разнотипных 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 методом дифференцированным методом отдельных 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.

## **7.4. Почему используются различные виды проходов монтажных кранов?**

В зависимости от принятой схемы движения монтажных кранов применяют

продольную, поперечную или комбинированную проходку.

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).

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.

## **7.5. Изложите особенности монтажа основных элементов зданий.**

### **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 ограниченного 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, используют оттяжки. После проверки правильности положения, относительно контрольных рисков, балки фиксируются анкерными болтами, или сваркой.

Перемещение крана может осуществляться поочередно 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 прохода 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 по 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.

#### 7.6. Как влияет выбор технологии выполнения стыков на общую схему возведения здания?

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. Смесью 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 домоноличивают.

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

#### 7.7. Что такое технологический допуск?

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 рисков 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:

$$\Sigma \Delta \varepsilon = \sum_{i=1}^n A_i^2 \times \Delta_i^2$$

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

$\Delta_i$  – технологические допуски;  
n – число технологических допусков.

$L_{\text{ф}}$  – длина фермы;  
 $\Delta_{\text{кр}}$  – точность разбивки рисков;

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

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

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

$\Delta_{\text{ф}}$  – допуск погрешности установки ферм;

#### 7.8. Как правильно составить уравнение точности монтажа?

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 устанавливают в стакан фундамента по рискам, а верх – с использованием теодолита. Неперпендикулярность колонны определяется погрешностями при установке верха и низа и определяется по формуле:

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

Допуск длины опирания ферм на колонны:

$$\Delta_{\text{оп}} = 0,25 (\Delta_{\text{ро}})^2 + 0,5 (\Delta_{\text{р}}^k)^2 + 0,25 (\Delta_{\text{ов}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{мз}})^2 + (\Delta_{\text{ф}})^2$$

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

Допуск плиты перекрытия:

$$\Delta_{\text{п}} = 0,25 (\Delta_{\text{кр}}^{\text{ф}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{м}})^2 + (\Delta_{\text{ш пр}})^2 + 0,25 (\Delta_{\text{шр}}^{\text{ф}})^2$$

$\Delta_{\text{шр}}^{\text{ф}}$  – 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;

$\Delta_{\text{шр}}^{\text{ф}}$  – 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.).

## **8.2. По каким технологическим схемам возводятся многоэтажные каркасные здания?**

Многоэтажные каркасные здания в зависимости от объёмно-планировочных и конструктивных решений разделяются на однородные (с повторяющимися типовыми ячейками и конструкциями) и неоднородные (с неравномерным 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 возводятся по горизонтально-восходящей или вертикально-восходящей схемам. Организационно-технологическим решением является создание объектных ритмичных или кратноритмичных, взаимовязанных во времени и пространстве потоков с максимальным совмещением во времени строительно-монтажных работ.

Неоднородные здания расчленяются 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 возводятся по смешанной схеме.

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 проектном 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. Как правильно подобрать монтажный кран?**

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 8-10 т, а вышележащие до 5 т. В этом случае стреловые 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 транспортными средствами, площадки складирования и разгрузки должны находиться в зоне действия крана.

Элементы конструкций с большей массой складываются 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.

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.

## **8.4. Приведите пример монтажа с применением группового кондуктора.**

При строительстве крупных объектов, когда имеется достаточно большой фронт работ, используются **групповые кондукторы** (плоские и пространственные). Плоские кондукторы применяются для монтажа рам, а простран-

ственные для монтажа элементов каркаса ячейки.

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

Рамно-шарнирный индикатор (РШИ) состоит из: жёсткой опорной рамы (базы), представляющей собой пространственную решётчатую конструкцию; регулируемой индикаторной рамы; продольных и поперечных связей из стальных труб. База РШИ оборудована кольцевыми подмостями и поворотными люльками, расположенными в уровне верхнего и нижнего этажей яруса колонн. За базовую модификацию принят РШИ для ячейки 6х6м с двухэтажной разрезкой колонн. Имеются кондукторы и для других размеров ячеек.

Комплект монтажного оснащения должен включать не менее 4-х РШИ, иметь свой номер, определяющий положение в цепи, и устанавливаться в одноимённые ячейки по вертикали. Комплект РШИ устанавливается краном на перекрытии и по мере монтажа элементов в ячейках переставляется с одной позиции на другую в порядке, определённом в ППР. Опорные рамы комплекта РШИ устанавливаются в проектное положение с соблюдением следующих правил:

**на первой позиции** раму РШИ №1 выверяют относительно продольной и поперечной осей здания по теодолиту; раму РШИ №2 выверяют по теодолиту относительно продольной оси и с помощью продольных связей относительно поперечной оси; раму РШИ №3 выверяют по теодолиту относительно поперечной оси и с помощью поперечных связей относительно продольной оси; раму РШИ №4 геодезически не выверяют. Положение её фиксируется при помощи продольных и поперечных связей, присоединённых к рамам РШИ №2 и №3.

При перестановке рамно-шарнирных индикаторов на **следующие** проектные позиции применяются только продольные и поперечные связи.

Сборку каркаса с одной стоянки РШИ производят на высоту двух этажей яруса колонн с соблюдением следующей очерёдности монтажа элементов:

устанавливают колонны и сваривают их между собой по высоте;  
раскрепляют колонны между собой временными связями;  
производят монтаж ригелей сначала первого, а потом второго этажей яруса; укладывают на полки ригелей связевые (межколонные) плиты перекрытий первого, затем второго яруса и сваривают по закладным деталям; укладываются в пролётах между РШИ рядовые плиты перекрытий первого и второго ярусов;

переставляют РШИ на следующие позиции, а в освободившихся ячейках монтируют недостающие элементы; после монтажа конструкций каркаса устанавливают элементы лестничных клеток.

РШИ переставляют на новую позицию только после обеспечения пространственной развязки каркаса и выполнения сварочных работ предусмотренных проектом. После перестановки РШИ на новую позицию в освободившихся ячейках монтируют перекрытия сначала первого, а затем второго этажей.

При необходимости, в незакрытые проёмы поддают конструкции и материалы требуемые для обустройства и прокладки инженерных сетей на нижних этажах.

### **8.5.Каким образом производится оценка точности сборки многотажных каркасных зданий?**

Точность монтажа конструкций связана с соблюдением допустимых возможных отклонений от проектных размеров (допусков). Эти отклонения оцениваются со знаком «+» или «-» в большую или меньшую стороны.

Различаются допуски функциональные и технологические. **Функциональные** допуски назначают с учётом надёжности процесса. Они должны компенсировать влияние всех погрешностей измерений, отклонений линейных размеров и положения элементов.

**Технологические** допуски регламентируют точность технологических процессов и операций при изготовлении и установке сборных элементов, а также при выполнении геодезических разбивок. Их назначают из условия обеспечения рациональности процесса и технической достижимой точности использования определённого оборудования, инструмента и оснастки. Технологические допуски ориентированы на качественное выполнение отдельных операций и должны обеспечивать индустриальные способы производства работ без дополнительной подгонки.

В практических расчётах допуски или погрешности последовательно суммируются на длине расчётного участка, начиная от базовой оси и кончая замыкающим звеном расчётной цепи. За расчётный участок в свободных цепях принимается расстояние между соседними, связанными монтажной последовательностью установочными осями (например, осями колонн, ригелей и др.) или уровенными маяками.

В монтажных работах расчётом точности определяются следующие допуски конструкций: допуск зазора, допуск площадки опирания, допустимый уступ (смещение граней смежных элементов), допуск общего размера конструкций. Точность установки каждого элемента характеризуется полями допусков. Величина допуска должна соответствовать техническим возможностям монтажных механизмов.

#### **8.6.Что такое «поля допусков»?**

Поля допусков устанавливаются и рассчитываются в технологической проектной документации (ППР, технологических картах) на основе нормативных требований государственных стандартов системы обеспечения геометрической точности в строительстве и СНиП 3.03.01-87.

При **монтаже колонн** основными контролируемыми параметрами точности установки являются: невертикальность, несоосность и разность отметок поверхностей оголовков колонн.

При **монтаже ригелей** точность сборки каркаса зависит от отклонений в размерах площадок опирания и зазоров в узлах сопряжений. На колебания зазоров между торцом ригеля и гранями колонны оказывают влияние отклонения в размерах ригеля, колонны, расстояния между осями колонн.

При монтаже плит перекрытия основными параметрами точности сборки являются: отклонение размеров пролёта между гранями ригелей и длины плиты. На отклонения размеров площадок опирания плит влияют погрешности в размерах полог ригеля. Величины технологических допусков зависят от назначенного класса точности при установке элементов (табл.8.1).

#### **9.1.Охарактеризуйте систему «куб».Вчем заключается организация СМР по монтажу зданий этого типа?**

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.

#### **9.2.Привидите схему и подчеркните особенности монтажа сборных элементов системы «КУБ».**

Расчётная схема системы «КУБ» представляет собой связевый 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.

Отличительной особенностью каркаса является конструкция колонн. Они выполняются многоярусными прямоугольного сечения (40х40, 40х60см) длиной до 15м. В зоне стыков колонн с плитами перекрытий оставляется обнажённая арматура. Это позволяет получать равнопрочный стык надколонных плит в результате включения в работу арматуры колонн и моноличивания 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 стыковой 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° 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°. 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, моноличивание с установкой закладных деталей и др.).

Стыки моноличиваются 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.

#### **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. Перво-

начально 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 моноличиванию 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 моноличиваются. 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 столбики;  
установка на монтажный кондуктор с регулировочными винтами;  
опирание на ранее установленные и выверенные монтажные телескопические стойки.

Выверенная надколонная плита

прикрепляется к колонне сваркой за-

кладных 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.

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

#### **11.1. 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).

- 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.

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 многоцикловой 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 фундаментов 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

вибротрамбовками и виброплитами.

#### **11.2. Каким образом возводятся ядра 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 малагабаритные краны, устанавливаемые на кровлю.

#### **Монтаж колонн первого яруса**

Для каркаса зданий применяют гладкие бесконсольные железобетонные или стальные колонны сечением 0,4х0,4 или 0,45х0,45м с прямоугольными поперечными отверстиями размером 150х60мм; 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.

#### **11.4. Что такое «воротник», зачем он нужен?**

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 тросов и передачи нагрузки с плиты перекрытия на колонны.

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 500кг/м<sup>2</sup>, а также для кессонно-ванных плит.

При пролётах более 6м и нагрузках выше 500кг/м<sup>2</sup> применяются длинные воротники, выполненные в виде рамок с длинными консолями.

Колонны в зависимости от их конструкции и высоты здания устанавливают на всю высоту здания либо монтируют поярусно в процессе подъёма плит. Первый ярус колонн устанавливается до начала изготовления пакета плит перекрытий. Колонны рекомендуются монтировать непосредственно с транспортных средств без дополнительного складирования на стройплощадке.

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

#### **11.3. Изложите технологию изготовления пакета плит перекрытия?**

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 горизонтальной, 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 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 выполняют 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 бадьей, 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) свежеуложенного бетона с бетоном нижней плиты. Покрытие состоит из двух слоёв и наносится раздельно: первый слой (лак «этиноль» с добавлением казеинового клея), толщиной 1мм, набрызгивается краскопультом за два раза; второй слой (казеиново-меловая паста), наносится валиком.

Время высыхания каждого слоя примерно 2 часа.

#### **11.5. Как организуются 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 тей; 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 очередность 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.

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 грузоподъёмности подъёмника и массы плит можно поднимать по одной, парно 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 подъём плиты на следующие промежуточные отметки. Закрепление плит на постоянных отметках производится по мере достижения ими проектных отметок.

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

#### **11.6. Какие типы подъёмников вам известны?**

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. Некоторые 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.

#### **11.7. Подберите один из вариантов технологии обустройства этажей после производства подъёмно-монтажных работ.**

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 подъёма или подаются монтажным краном (башенным или самоподъёмным).

#### **12.1. Какова специфика подъёмно-кранового оборудования, применяемая при строительстве высотных зданий?**

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 подрачиваемые по мере увеличения отметки монтажного горизонта. При подрачивании 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 передвижно-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. Какими способами производится монтаж зданий из ж/б каркаса, из стального каркаса?**

##### **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 нес-колько 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 кар-каса. Выполняются по стандартным технологиям, с учетом затрат времени на подъём конструкций и грузов на значительную высоту.

*Внутритропные работы* на ярусе. Они включают в себя многочисленные рабочие процессы и операции по обустройству этажей (отражающие 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 доста-точно большом фронте работ организуется несколько специализированных потоков, ведущих работы одновременно.

При устройстве сборного ж/бетонного каркаса целесообразно приме-нять 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 изго-тавливаются сварными (двутаврового, квадратного, крестового сечения) из стандартных прокатных профилей. Торцы колонн обычно фрезеруют для повышения точности монтажа. Для обеспечения долговечности и огнестой-кости стальной каркас армируют и производят обетонку.

Стальные ригели каркаса обычно бывают двутаврового сечения, свар-ные, с уширенной нижней полкой, на которую укладывают плиты междуэта-жных 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 много пустотных 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 раздельным или комплексным методами.

При раздельном 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 верш – 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 бетонятся) 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.Изложите мероприятия необход для обеспеч устойчивости каркаса высот зд 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 замкнутого 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 попарно – 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 замкнутом 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.

### **13.1.Перечислите основные процессы, выполняемые при строительстве деревянных щитовых зданий.**

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 пиленого 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, «сайдинг»), 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 фундаментам, на которую устанавливаются угловые щиты, 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 верш 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.

### **13.2.По какой технологии выполняется возведение деревянных каркасных зданий?**

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 верш 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.

#### **14.1.Какова область применения большепролётных конструкций?**

Технологические и функциональные требования большепролётных 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.

#### **14.2.Приведите примеры большепролётных конструкций.**

Конструктивно покрытия выполняются следующих типов (рис.14.1.):

Металлические фермы и балочные системы (иногда предварительно-напряжённые с затяжками);  
Арокные 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 надвигкой (накаткой) укрупнённых блоков или выполняют вертикальный подъём с использованием мощных домкратных систем.

#### **14.14.Какие методы монтажа сбор ж/б элементов покрытий пролетом 18-36м вам известны?**

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 3х12м для сетки колонн 24х12м;  
Короткие цилиндрические оболочки размером 3х12м, 3х18 и 3х24м, перекрывающие пролёт здания;  
Оболочки двойной 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 эле-

(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 грузоподъёмностью 10т на требуемом вылете. Строят панели за четыре петли с траверсой. После сварки стыков, замоноличивания всех швов и выдержки бетона бортовые элементы раскручивают. 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 поддают 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 двойной 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 арко-диафрагм с предварительно-напряжённым нижним поясом и скорлупы. У сборно-монокрипных оболочек скорлупа образует многогранник, набираемый из плоских плит ромбической треугольной формы. Сборные оболочки перекрывают ребристыми цилиндрическими панелями размером 3х6м. Поэлементный монтаж сборно-монокрипных оболочек со скорлупой из плоских плит требует применения подмостей или кондуктора.

#### **14.4.Изложите примерный регламент технологии монтажа сборно-монокрипных покрытий большепролётных зданий.**

Монтаж выполняют в следующем порядке:

Контурные арки устанавливаются на колоннах гусеничным краном и закрепляются. Для установки плит скорлупы применяют башенные краны грузоподъёмностью 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;

Раскручивание оболочки выполняют после достижения бетоном в угловых зонах и швах между плитами 70% проектной прочности. Раскручивание 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 мон-

тажа (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 поочерёдно 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 позволяют перекрыть максимально возможные пролёты и применяются в зданиях общественного назначения (спортивные комплексы, рынки, выставочные павильоны). Конструктивно железобетонные элементы опираются на наружные и внутреннее монолитные железобетонные кольца, причём наружное может выполняться по колоннам. Монтаж колонн и бетоноирование 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 стяжек, затем их снимают, работая с катучих подмостей и раскручивают купол путём опускания стоек центральной опоры гидравлическими домкратами.

*Раскручивание* - 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.

#### **14.5. Как могут перемещаться предварительно собранные покрытия 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, надвигкой и накаткой.

Установку *вертикальным подъёмом* применяют в тех случаях, когда масса применяемой конструкции не превышает грузоподъёмности и технологических возможностей монтажных машин и механизмов. Принципиальным моментом является возможность подведения временных или постоянных опор под поднятую конструкцию и способность

этих опор сразу включаться 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 подвели 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 надвигки* 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 надвигки 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 сигарообразным фермами покрытия (рис.14.4.). Фермы покрытия, обрешеченные по верхнему и нижнему поясам стальными листами толщиной 4мм, собирали на земле на специальных тележках в непосредственной близости от перекрываемого сооружения. Тележки имели кондукторы и приспособления для обеспечения заданной точности сборки элементов покрытия, конструкции тележек позволяли им перемещаться с 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.

#### **14.6.Какие основные операции необходимо выполнять при устройстве висячих покрытий (вантовых и мембранных)?**

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 обжатия 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 2,4х2,4м. 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 анкера. 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 называемым «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, прикреплённых 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, перемещавшимися 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 вершину 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 подмоостей, 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.

#### **15.1.Приведите классификацию высотных сооружений.**

Высотными называют сооружения, высота которых 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, радио-релейных 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 проектное положение – 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.Перечислите основные виды грузоподъемных машин и механизмов, которые применяются при монтаже башен и мачт наращиванием.**

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 вертолёт для монтажных работ сдерживается их недостаточной грузоподъёмностью и высокой стоимостью в эксплуатации.

### **15.4. Изложите суть метода установки конструкции в вертикальное положение методом поворота 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 наклоняющиеся 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 бабмаков на фундаментах (рис.15.2.).

### **15.3. Какие разновидности методов монтажа поворотом вокруг шарнира вы знаете?**

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 опору 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.

### **15.5. Монтаж методом подрачивания.**

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 стелд, на котором осуществляют укрупнительную сборку секций верхнего блока. Собранные на стелде секции поддают 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

### **16.2. В чем заключается метод монтажа металлических резервуаров из изготовленных на заводе рулонных заготовок.**

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 считать вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефтепродуктов. Они имеют вместимости 5...100 тыс. м<sup>3</sup>, диаметр от 23 до 89м, высоту 12 и 18м. 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>2</sup>) вместе-мости 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, устройству 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 перекосу 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.

### **16.3. Как установить рулон в вертикальное положение и раскатать его?**

Доставленные на железнодорожных платформах рулоны перекачивают при помощи троса и двух тракторов на трайлеры, подпирая платформы дом-кратами 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 повредить изоляционный слой, разворачивают над первой половиной, а затем трактором устанавливают в проектное положение. Обе половины днища соединяют внахлёстку 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.16.1.6). Под эту кромку укладывают трубу-шарнир и подводят под-дон – 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, укреплённой 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 вверх. Затем рулон раскручивают при помощи трактора и троса, прикрепляемого к рулону разёмной 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 угол-кам-фиксаторам и прикрепляют к днищу прихватками электросваркой. Для обеспечения безопасной работы монтажников между развёрнутой и неразвёрнутой 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 оголовки 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 оголовку стойки монтажными болтами.

Перед окончанием разворачивания рулона из резервуара выводят авто-кран, монтировавший покрытие. Этим же краном освободившемуся 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 стяжками приспособлениями. К стягиваемым 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 технологические арматуры. 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 метал-лических ферм и связей. Верхние пояса ферм криволинейные и выполнены по очертаниям внутреннего радиуса резервуара, нижние – прямолинейные. На нижнем поясе крепится шарнир для поворота.

#### **16.4.Привидите алгоритм работ по возведению металлических резервуаров.**

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.

#### **17.1. Начертите продольный и поперечный профиль автомобильной дороги. Объясните назначение основных конструктивных элементов.**

Автомобильная дорога – комплекс сооружений, предназначенный для удобного, безопасного и круглогодичного движения автотранспорта с рас-чётными скоростями и нагрузками.

Конструктивно автомобильная дорога (автодорога) характеризуется поперечным и продольным профилями. 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 насып-ной 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, разде-ляющая противоположные направления движения. Не предназна-чена 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 пешехо-дов, 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), выпол-няемый 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 катего-рий дорог, характеризуемых следующими параметрами: интен-сивностью 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 (капи-тальные и облегчённые). Это асфальтобетонное, цементно-бетонное и брусчатое-мостовое покрытия; переходные покрытия: сборные железобетонные плиты, щебёночные, грунтощебёночные и шлаковые покрытия; низшие: грунтовые дороги, укреплённые гравием, щебнем, дрсвой.

#### **17.2. Как организуются дорожно-строительные работы?**

Последовательность строительства устанавливается исходя из деления всех дорожно-строительных работ на три периода: подготовительный, основной и заключительный.

В подготовительный период осуществляется организационно-техни-ческая 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 ав-томобильным, 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, водопропуск большого расхода). Для организации линейных работ применяются два метода: поточный и раздельный 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 возводятся 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 (1 км, 1 м<sup>3</sup>, 1 т и др.).

Особенности автомобильного 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. Приведите основной перечень подготовительных работ в автомобильном строительстве.**

Подготовительные работы в автомобильном 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 вежами или кольшками (сторожками) с выносом их за пределы зоны работ замерной техники и указанием расстояния выноски. Пикетаж – прочно вбитыми кольями с выносом их за пределы полосы работ.

границу подошвы насыпи закрепляют кольшками 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.

### **17.4. Какие методы земляных работ применяются при сооружении дорожного полотна?**

При сооружении земляного полотна выполняются следующие техно-логические 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 соответствующих технологических карт.

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.

Разработка выемок и возведение насыпей – основные объёмы работ при возведении земляного полотна. В зависимости от рельефа местности поперечные профили могут иметь различный вид

### **17.5. Зачем производится уплотнение отсыпанных ранее грунтов.**

Возведение насыпи заключается в последовательной укладке разрабатываемого 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 отсыпки 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 захватки. 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 отсыпки.

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.

### **17.6.Приведите основные принципы уплотнения,используемые машины и механизмы?**

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 требуемую толщину дорожной одежды.  
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.

$$L = \Pi \cdot t_0 / 2T \text{ h B}$$

Где:  $\Pi$  – производительность звена грунтоуплотняющих машин  $\text{м}^3/\text{час.}$ ;

$t_0$  – 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), отсыпки 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.

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.

### **17.7.Как и зачем укрепляются откосы?**

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;

одреновка откосов укладкой и временно закреплённых спицами плас-тов 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, метео-условий, наличия местных материалов, возможностей механизации и др.

### **17.8.Какое назначение дополнительных слоёв и прослоек?**

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.

**Дренажные** – 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 рыхление с последующей укаткой.

**Капилляротрывающие (противозаиливающие)** – создают преграду для подъёма капиллярной воды. Применяются при высоком уровне грунтовых вод. Основа конструкции – слой из дренарующего материала по которому невозможно капиллярное поднятие воды. Выполняются в виде «обратного фильтра» из песка и щебня различных фракций.

При близком залегании водоносного слоя устраивают подкововетный 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.

### **17.9.Изложите технологию устройства**

**основания под «верхний» слой покрытия.Какие строительные материалы при этом используются?**

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 строителем.

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 – воспринять 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 II – 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 (расклиновка).

Технологический цикл включает в себя следующие процессы:

первая россыпь крупного щебня расчётной 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>2</sup>; 1 слой – 80...120мм, 2 слой – 40...60мм, 3слой - 10...20 мм.

При уплотнении применяются катки с гладкими вальцами или вибро-катки с массой 6...18т (в зависимости от технологических требований). В ППР устанавливается размер захватки (карты), очерёдность россыпей щеб-ня, количество проходов при уплотнении, масса катков для каждого слоя укатки, технология поливки водой.

При строительстве высокоскоростных магистралей устраиваются допол-нительные один или два слоя «чёрного основания», предназначенного для выравнивания эксплуатационных нагрузок. Конструктивно эти слои выполня-ются из минерального материала высокой прочности обработанного вяжущим. Чёрное основание устраивается одним из следующих способов:

смесь заготавливается на АБЗ (асфальтобетонном заводе) в смеситель-ных установках и доставляется к месту укладки специализированным автотранспортом. Горячая смесь температурой 100...110°C уклады-ется асфальтоукладчиками и уплотняется звеном катков с гладкими вальцами;

доставленный к месту укладки щебень перемешивается на приобъект-ной технологической площадке с вяжущим и складывается в штабеля. По мере надобности материал расходуется в насыпь. Перед укладкой смеси подогреваются и укладываются тёплыми (80...90°C) или холод-ными (60...70°C);

щёбёночное основание укладывается в насыпь, пропитывается вяжу-щим (жидким битумом, каменноугольным дёгтем, эмульсиями различ-ных составов) и уплотняется за несколько проходов.

Выбор того или иного способа зависит от принятой технологии строи-тельства автодороги, дальности достав-ки смесей от АБЗ, температуры наружного воздуха и др. причин. Следует знать, что чем выше температура смеси при укладке, тем быстрее она тверде-ет. Вместе с тем горячие смеси после тверде-ния более хрупкие и менее долговечные.

Горячие смеси применяются при новом строительстве, когда необходи-ма высокая скорость укладки покрытия. Холодные смеси предпочтительнее для ремонтных работ.

После укладки «чёрного основания» по нему устраивается водонепрони-цаемая плёнка из битумной эмульсии или лака «этиноль».

Асфальтобетонные покрытия наиболее приспособлены для восприятия нагрузок от автомобильного транспорта, относительно дешёвы и просты при производстве дорожно-строительных работ – поэтому повсеместно исполь-зуются для основного покрытия.

Асфальтобетонная смесь (АБС) состоит из следующих компонентов:

*щебень* – используется сортированный, из изверженных, осадочных или метаморфических пород с маркой по износу И-1...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 илестых частиц;

*минеральные добавки* – заполнители, предназначенные для повыше-ния прочности и коррозионной стойкости АБС, улучшения сцепления щебня с вяжущим и расхода вяжущего. Они обволакиваются битумом в зоне контакта образуя водонепроницаемые соединения, кото-рые 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°C за 5 сек. под действием груза 100г). Диапазон марок – БНД200/300... БНД-60/90.

В случае использования битума большой вязкости увеличивается проч-ность и жёсткость покрытий, менее вязкие битумы повышают стойкость ас-фальта при отрицательных температурах, но увеличивают сроки твердения.

#### **17.10.Приведите основные технологические циклы при укладке асфальтобетонных покрытий.**

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 при-вода рабочих органов (неровности не должны превышать 2мм). Если неровности превышают допустимые значения, то заблаговре-менно 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 про-филя 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 произ-водится 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°C (для горячих и тёплых смесей). При низких температурах разрабатываются специальные технологии укладки; уплотнение АБЗ.

#### **18.1.Какие условия строительства мы называем усложненными?**

Возведение зданий и сооружений приходится осуществлять в различ-ных 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 усло-вия строительства накладывают определённые ограничения в стандартные технологии производства работ или требуют разработки новых технологи-ческих 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 соору-жений. К этим факторам относится:необходимость эксплуатации объектов, расположенных в непосред-ственной близости от пятна застройки;невозможность расположения на строительной площадке всего комплекса строительной инфраструктуры, предусмотренной техно-логией производства работ (бытовые и инженерные сооружения, машины и механизмы);необходимость разработки технических и технологических меро-приятий, направленных на защиту экологической среды объекта и существующей застройки.

Ограниченность площадей, выделенных под застройку, препятствует полноценному развёртыванию строительной площадки. Вместе с тем суще-ствует целый комплекс обязательных мероприятий, без которых строи-тельство будет приостановлено контролирующими органами. К ним относятся противопожарные мероприятия и обеспечение охраны труда и техника безо-пасности ведения строительно-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.

Серьёзной проблемой в условиях плотной городской застройки явля-ется размещение непосредственно на площадке крупногабаритных строи-тельных машин и кранов. Краны и бетононасосы должны находиться на стро-ительной площадке или в непосредственной близости от неё. Однако в непо-средственной близости от них находятся ранее построенные здания и соору-жения, которые препятствуют перемещению стрелы крана или бетононасоса, или нет возможности проложить подкрановые пути. В этом случае использу-ют легкомонтируемые краны стационарного типа (самоподъёмные) на срав-нительно небольшой фундамент или (для бетонных работ) применяя бето-ноукладочные комплексы, связанные с вертикальной подачей бетонной сме-си 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.

#### **18.2.Приведите перечень технических мероприятий.**

### применяемых в условиях плотной городской застройки.

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.

### 18.3. Каковы особенности строительства 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. 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 мерзлых грунтов; разработка мерзлых 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°C 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 тепло-изоляционных 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.

### 19.1. В чём заключается проблема 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 строительномонтажные 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.

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 пол-

ного 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.

### 20.1. Как осуществляется выбор машин и механизмов при проектировании комплексной механизации строительных работ?

При подборе комплекта машин и механизмов различают процессы:

- *основные* – выполняемые ведущими машинами;
  - *вспомогательные* – способствуют и обеспечивают выполнение расчётных строительно-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 типовых вариантов 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 – трудо-

ёмкость;  $\Pi_3$  – 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:

$$N = \frac{V}{\Pi_3} = \frac{M}{k \times m};$$

где:  $k$  - ритм потока (смены);  $m$  - количество захваток.

#### **20.2. Какие технические средства относятся к малой механизации?**

Понятие – «малая механизация» подразумевает технические средства, которые обеспечивают выполнение строительных процессов, дополняя область применения и увеличивая производительность комплексов основных и вспомогательных машин. В технологической документации на строительно-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 – подмачивание 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.

### **6.3. Малая механизация при производстве строительно-монтажных работ**

Понятие – «малая механизация» подразумевает технические средства, которые обеспечивают выполнение строительных процессов, дополняя область применения и увеличивая производительность комплексов основных и вспомогательных машин. В технологической документации на строительно-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 – подмачивание 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. Могут быть стандартизированы и нестандартизированы.

В основную номенклатуру сборных железобетонных элементов многоэтажных каркасных зданий входят:

- *фундаменты*, стального 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 1-5эта-жей, 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 пере-крытия.

- *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 многоспустные или ребристые. Укладываются на полки ригелей и свариваются между собой через закладные детали. Швы между плитами заполняются бетоном. Плиты перекрытий разделяются на основные, межколон-ные 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.

#### **10.1 Роль монолитного ж/б**

Здания из монолитного железобетона имеют 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 конструк-тивных решений;

- экономический эффект снижения суммарной трудоёмкости и прив-едённых затрат (снижение затрат на создание и эксплуата-цию произведенной 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;

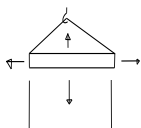
#### **8.1 Приведите номенклатуру сбор ж/б ЭЛ-тов многоэт карка зд**

- 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, исключаящие (или снижающие объём) работы по их уплотнению, совершенствование средств укладки и уплотнения бетонных смесей.

6.6 Чем различаются свободный и ограниченный свободный Св-наводку осущ монтажники,подавая команду крановщику(вправо,влево..)Недостаток-продолжит срок установки



Огранич св с прим приспособлений,облегчающих наводку Эл-та (упоры,фиксаторы). Преимущество-сокращ время установки по сравн со свобод методом.Недостаток- большая продолжит наводки и точность монтажа.

