

## Лекция 18 (продолжение)

- 3.6.4. Выбор монтажного крана;
- 4. Методы монтажа конструкций зданий и сооружений;
  - 4.1. Методы монтажа по степени укрупнения элементов;
  - 4.2. Способы наводки монтажных элементов на опоры;
  - 4.3. Методы монтажа по последовательности установки элементов;
  - 4.4. Способы установки монтажных элементов в проектное положение;
- 5. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом;
  - 5.1. Монтаж сборных фундаментов;
  - 5.2. Монтаж колонн;
  - 5.3. Монтаж подкрановых балок;
  - 5.4. Монтаж стропильных и подстропильных ферм и балок;
  - 5.4. Монтаж плит покрытия;
  - 5.5. Монтаж стеновых ограждений;
  - 5.6. Заделка стыков конструкций

### 3.6.4. Выбор монтажного крана

Эффективность монтажа конструкций в значительной мере зависит от применяемых монтажных кранов. Выбор крана для монтажа сборных конструкций зависит от геометрических размеров зданий, расположения и массы монтируемых конструкций, характеристики монтажной площадки, объёма и продолжительности монтажных работ, технических и эксплуатационных характеристик монтажных кранов.

Целесообразность монтажа конструкций здания тем или иным краном устанавливается согласно технологической схеме монтажа с учётом обеспечения подъёма максимально возможного количества монтируемых конструкций с одной стоянки при минимальном количестве перестановок крана.

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы.

**Монтажная масса** - это масса монтируемой конструкции и поднимаемых с ней приспособлений. Для определения требуемой грузоподъёмности крана из всех конструкций зданий выбирают конструкцию с максимальной массой и после выбора такелажного приспособления, элементов обстройки, усиления и т.п. находят монтажную массу конструкции.

Монтажная высота складывается из высоты (отметки) установки конструкции, запаса высоты над уровнем земли или опорной поверхностью монтируемого элемента (высоты подъёма конструкции над опорой), высоты (длины или толщины) монтируемой конструкции, высоты строповки или грузозахватных устройств.

**Вылет стрелы** крана зависит (для рельсовых кранов) от ширины здания и расстояния от крана до возводимого здания.

**Башенные краны.** Выбор монтажного крана производят путём нахождения трёх основных характеристик: - требуемых грузоподъёмности (монтажная масса), высоты подъёма крюка (монтажная высота) и вылета стрелы (рис. 1).

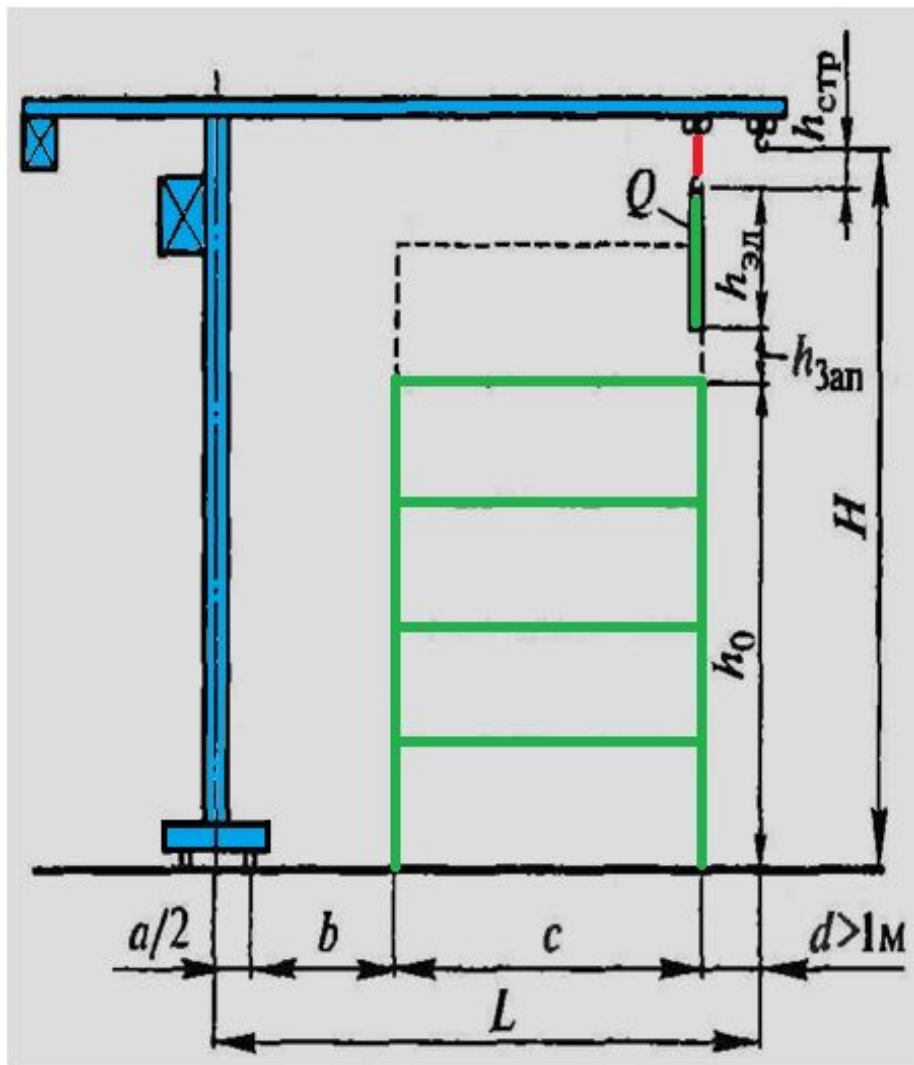


Рис. 1. Определение требуемых технических параметров башенного крана

Требуемая грузоподъёмность крана

$$Q = q_1 + q_2,$$

где  $q_1$  – максимальная масса поднимаемого груза, т;

$q_2$  – масса траверсы или другого строповочного устройства, т.

Высота подъёма крюка

$$H = h_0 + h_{\text{зап}} + h_{\text{э}} + h_{\text{стр}},$$

где  $h_0$  – отметка, на которую устанавливается конструкция, м;

$h_{\text{зап}}$  – запас высоты - минимальное расстояние между монтажным уровнем и низом монтируемого элемента (обычно 0,4... 1,0 м), м;

$h_{\text{э}}$  – высота (или толщина) элемента в монтажном положении, м;

$h_{\text{стр}}$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана (заложение стропов от 1:1 до 1:2, высота в пределах 1...4 м), м.

Вылет стрелы крана (крюка крана)

$$L = a/2 + b + c + 1,$$

где  $a$  – ширина подкранового пути, м;

$b$  – расстояние от ближайшей к зданию головки подкрановых путей до здания, м;

$c$  – ширина здания, м;

1 м – минимальный запас для приёмки элемента без подтягивания с учётом безопасного монтажа.

**Стреловые краны.** Стреловые краны, часто используемые для монтажа одноэтажных промышленных зданий, подбирают для монтажа наиболее тяжёлых элементов каркаса (колонна, подкрановая балка, подстропильная или стропильная ферма) которые могут монтироваться при минимальном вылете стрелы, и проверяют на возможность укладки относительно лёгких элементов (плиты перекрытий и покрытий), которые необходимо поднимать над фермами и укладывать на них, т. е. на значительно большем вылете стрелы.

Требуемые максимальную грузоподъёмность и высоту подъёма крюка определяют аналогично башенным кранам. Для каждого монтируемого элемента необходимо чётко определять монтажный горизонт, расчётные размеры элемента; фактическую высоту монтажных приспособлений. Так, для колонны необходимо учитывать всю её высоту и только часть строповки над уровнем верха колонны, для фермы - верх уже установленной колонны, для плиты покрытия - уровень конька установленной фермы.

Необходимо учитывать, что монтаж колонн, балок и ферм выполняется на минимальном вылете крана, поэтому для выбора оптимального крана для этих конструкций необходимо знать необходимую грузоподъёмность и высоту подъёма крюка, вылет стрелы определять не нужно.

Методика определения вылета стрелы для монтажа плит покрытия имеет различия для стрелового самоходного крана или же для крана с гуськом или в башенно-стреловом исполнении.

Для стрелового крана (рис. 2):

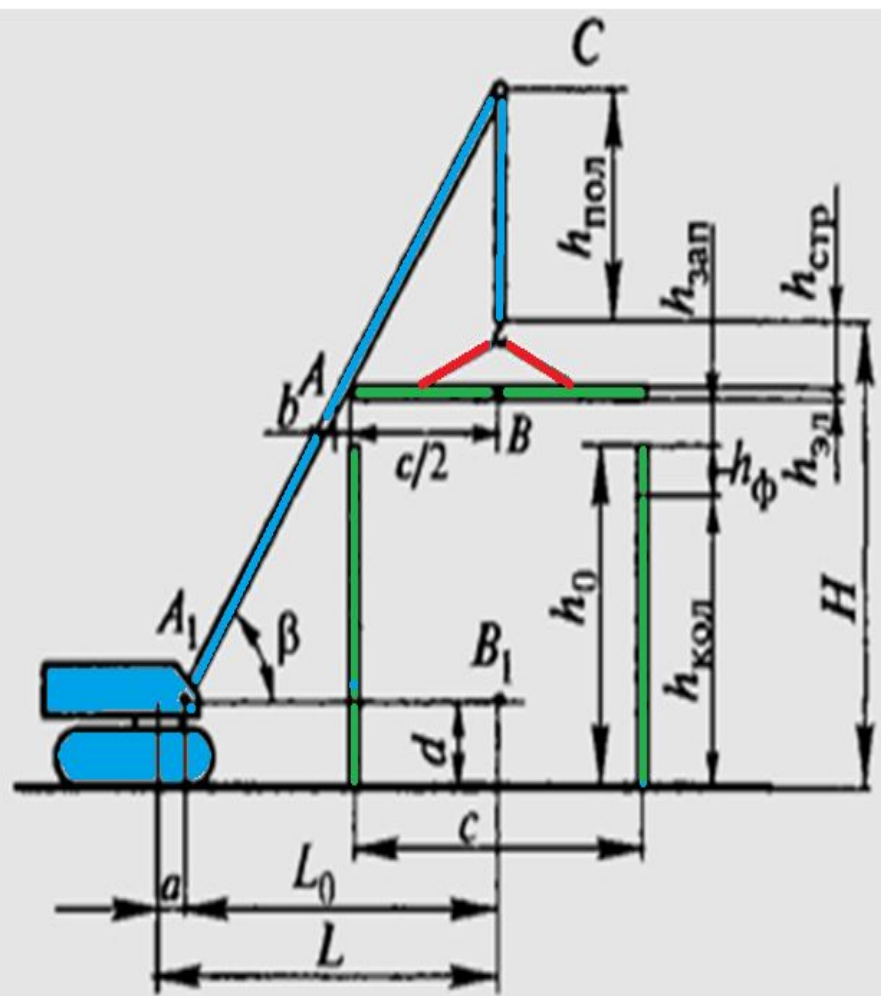


Рис. 2. Выбор технических характеристик гусеничного крана

1. Треугольник ABC подобен треугольнику  $A_1B_1C$ :

$$AB = b + c/2;$$

$b = 0,5 \dots 1,0$ ;  $c = 1/2$  панели покрытия;

$$BC = h_{эл} + h_{стр} + h_{пол};$$

$h_{стр} = 1 \dots 3$  м;  $h_{пол} = 0,5 \dots 5,0$  м;  $\text{tg}\beta = CB/AB > 1$ ;

$$B_1C = BC + h_{зап} + h_0 - d;$$

$h_{зап} = 0,5 \dots 1,0$  м;  $d = 1,0 \dots 1,5$  м;  $h_0 = H_{кол} + h_{ф}$ ,  
где  $H_{кол}$  – верхняя отметка установленной колонны, м;

лонны, м;

$h_{ф}$  – высота фермы в коньковой части, м.

$$BC/B_1C = AB/A_1B_1;$$

$$A_1B_1 = (AB \times B_1C) / BC = B_1C / \text{tg}\beta - L_0.$$

Требуемый вылет стрелы  $L$

$$L = L_0 + a,$$

где  $a = 0,5 \dots 1,0$  м.

Требуемая высота подъема крюка

$$H = B_1C + d - h_{пол}.$$

## 2. Для крана с гуськом (рис. 3) необходимая высота подъёма крюка

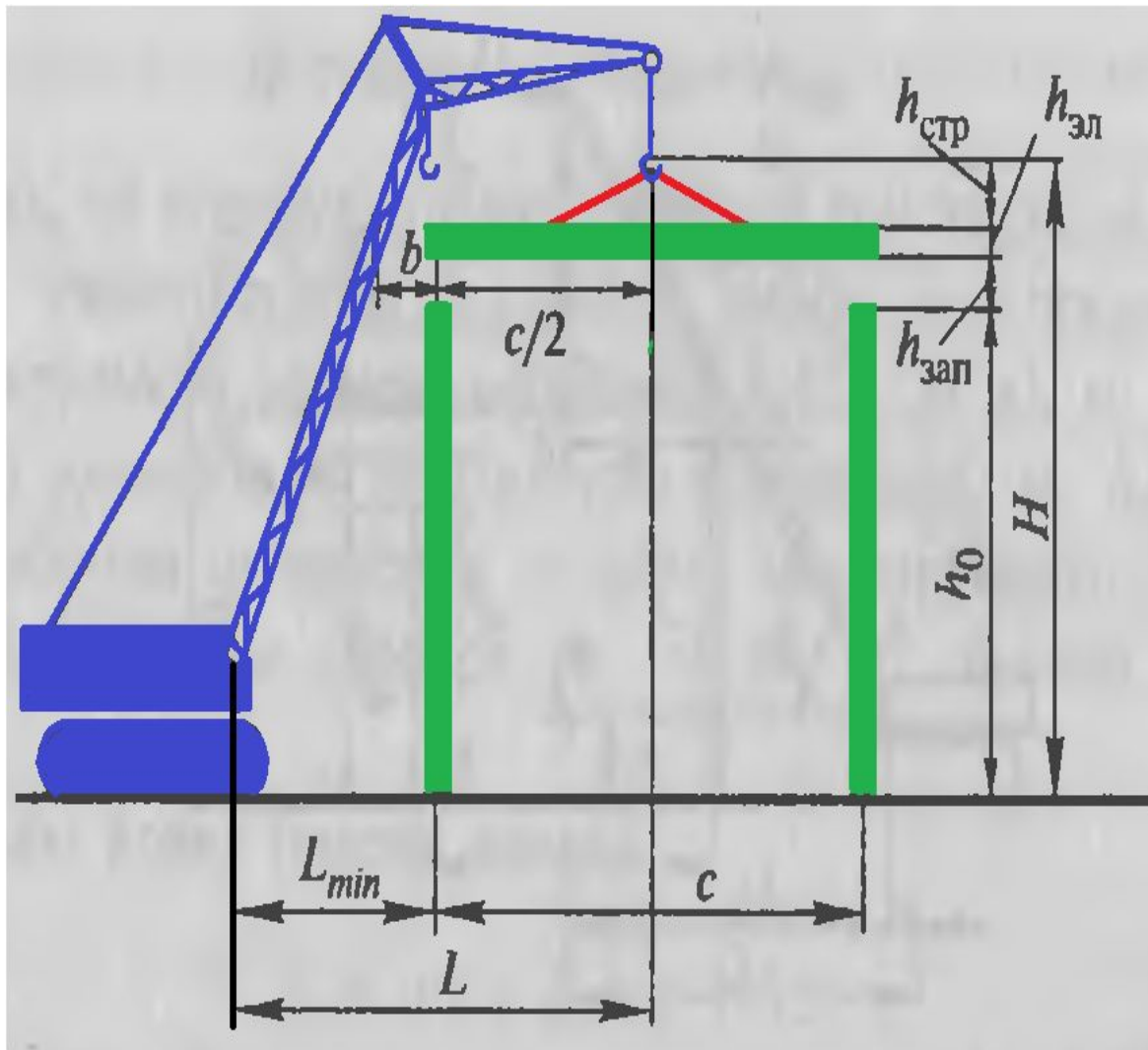


Рис. 3. Выбор технических характеристик самоходного крана с гуськом

$$H_0 = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр}$$
где  $h_0$  – отметка верха фермы, м;  
 $h_{зап}$  – высота запаса (0,5... 1,0 м), м;  
 $h_{эл}$  – высота плиты покрытия, м;  
 $h_{стр}$  – высота траверсы или стропов (1...3 м), м.

Из расчётов выпадает высота полиспаста.

Определение необходимой длины стрелы крана с гуськом аналогично стреловому крану, только угол наклона стрелы значительно возрастает,  $\operatorname{tg}\beta > 2$  и обычно принимается в пределах 2... 5 (если в технических характеристиках крана отсутствует рабочее значение).



В общем виде выбор крана состоит из отбора соответствующих требованиям объекта нескольких кранов, проверки их соответствия по технологическим параметрам и окончательной оценки по результатам технико-экономического расчёта.

#### **4. Методы монтажа конструкций зданий и сооружений**

Многообразие конструктивных решений зданий и сооружений требует применения различных методов и приёмов их монтажа. Выбор метода возведения здания зависит от его конструктивных и технологических особенностей, степени укрупнения элементов, материала конструкций, средств механизации и других факторов.

Методы монтажа элементов конструкций находятся в прямой зависимости от степени укрупнения монтажных элементов, последовательности монтажа сборных элементов, способа установки конструкций в проектное положение, средств выверки и временного крепления элементов и других признаков.

##### **4.1. Методы монтажа по степени укрупнения элементов**

В зависимости от степени укрупнения конструкций монтаж подразделяют на мелкоэлементный, поэлементный, крупноблочный, комплектно-блочный и монтаж сооружений в готовом виде.

**Мелкоэлементный монтаж** из отдельных конструктивных элементов характеризуется значительной трудоёмкостью, неполной загруженностью монтажных механизмов из-за большой разницы в массах различных монтируемых элементов, большим числом подъёмов, заделкой многочисленных стыков. Часто возникает необходимость в устройстве строительных лесов для фиксации отдельных элементов и укрупнительной сборке непосредственно в конструкции. Метод мало эффективен и применяется крайне редко.

**Поэлементный монтаж** из отдельных конструктивных элементов (колонны, ригели, панели перекрытий и т. д.) требует минимума затрат на подготовительные работы. Широко применяют при возведении гражданских и промышленных зданий, их монтаже с приобъектного склада и с транспортных средств.

**Крупноблочный монтаж:** из геометрически неизменяемых плоских или пространственных блоков, предварительно собранных из отдельных элементов. Массу блоков доводят, по возможности, до максимальной грузоподъёмности монтажных механизмов. При этом уменьшается число монтажных подъёмов, исключается выполнение на высоте большинства монтажных операций. Примеры плоского блока - рама каркаса многоэтажного здания, блок оболочки покрытия; пространственные элементы - блоки покрытия одноэтажных промышленных зданий размером на ячейку, включая фермы, связи, конструкции покрытия.

**Комплектно-блочный монтаж:** подразумевает полную степень заводской готовности крупных блоков размером на ячейку, включая уже смонтированные коммуникации - санитарно-технические, электротехнические, вентиляционные, располагаемые между поясами ферм.



В гражданском строительстве метод включает в себя монтаж блок-комнат и блок-квартир. Возводимое здание разделяют на крупногабаритные, но транспортбельные конструктивно законченные, полностью отделанные (окраска, отделка, полы) и укомплектованные оборудованием монтажные блоки, которые доставляют к месту монтажа и осуществляют сборку зданий. Масса таких монтажных блоков может достигать 100 т.

**Монтаж: сооружений в готовом виде** предполагает сборку сооружения полностью на уровне земли с окончательным соединением и закреплением всех узлов с последующей установкой сооружения в проектное положение. Применяют метод при монтаже опор линий электропередач, радиобашен, оболочек, заводских труб и т.д.

#### **4.2. Способы наводки монтажных элементов на опоры**

В зависимости от способа установки конструкции в проектное положение различают следующие виды монтажа.

**Свободный монтаж**, при котором монтируемый элемент без каких-либо ограничений устанавливается в проектное положение при его свободном перемещении. Способ требует постоянного контроля положения элемента в пространстве при его установке, необходимость выполнения выверочных, крепёжных и других операций на высоте. Недостатки способа - повышенная сложность и высокая трудоёмкость работ.

**Ограниченно-свободный монтаж** характеризуется тем, что монтируемая конструкция устанавливается в направляющие упоры, фиксаторы и другие приспособления, частично ограничивающие свободу перемещения конструкции, но приводящие к снижению трудозатрат на временное крепление и выверку. Способ повышает производительность кранового оборудования за счёт снижения времени монтажного цикла.

**Принудительный монтаж** конструкции основан на использовании кондукторов, манипуляторов, индикаторов и других средств, обеспечивающих полное или заданное ограничение перемещений конструкции от действия собственной массы и внешних воздействий. Способ обеспечивает повышение точности монтажа, приводит к значительному снижению трудозатрат.

### 4.3. Методы монтажа по последовательности установки элементов

При сборке конструкций зданий и сооружений необходимо соблюдать следующие требования:

- последовательность сборки должна обеспечивать устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированных частей здания на всех стадиях монтажа;
- установка конструкций на каждом участке здания должна позволять производить на смонтированном участке последующие работы;
- безопасность монтажных, общестроительных и специальных работ на объекте с учётом их выполнения по совмещённому графику.

В зависимости от принятой последовательности установку элементов конструкций производят следующими методами: дифференцированным (раздельным), комплексным и смешанным (комбинированным).

**Дифференцированный** или **раздельный метод** характеризуется установкой однотипных конструктивных элементов, включая их временное и окончательное закрепление. Для одноэтажных промышленных зданий сначала устанавливают все колонны, затем все подкрановые балки, при последней проходке монтажного крана навешивают стеновые элементы. В многоэтажных жилых зданиях последовательно монтируют стеновые панели, перегородки, сантехкабины и другие элементы. Завершается работа на этаже укладкой панелей перекрытий.

**Комплексный метод** предусматривает последовательную установку, временное и окончательное закрепление разных конструктивных элементов, составляющих каркас одной ячейки здания. Установка элементов другой ячейки начинается после проектного закрепления конструкций предыдущей ячейки. Достоинство этой схемы – возможность раньше приступить к последующим отделочным работам и установка технологического оборудования в ячейках, законченных монтажом. Метод применяют при монтаже многоэтажных каркасных и бескаркасных зданий, одноэтажных промышленных зданий с металлическим каркасом.

**Смешанный** или **комбинированный метод** представляет собой сочетание раздельного и комплексного методов. Монтаж смешанным методом наиболее часто применяют для одноэтажных промышленных зданий из сборного железобетона. В первом монтажном потоке устанавливают все колонны, во втором потоке – по ячейкам монтируют подкрановые балки, стропильные фермы и панели покрытия, в третьем потоке навешивают стеновые панели. Метод эффективен когда имеется возможность обеспечить каждый монтажный поток самостоятельными монтажными средствами. Монтаж с необходимым смещением во времени может быть обеспечен всеми тремя монтажными механизмами, что приводит к значительному сокращению сроков монтажных работ.

#### 4.4. Способы установки монтажных элементов в проектное положение

В практике строительства утвердились следующие способы установки конструкций: наращивание, подращивание, поворот, надвигка и вертикальный подъём.

**Способ наращивания** широко распространён при монтаже всех типов зданий. Установку элементов можно осуществлять по всем трём методам монтажа – дифференцированному, комплексному и смешанному. Монтаж конструкции осуществляют сверху на ранее установленные конструкции (рис. 4), и он включает в себя строповку, подъём в проектное положение, установку конструкции на опоры, временное крепление и выверку положения, расстроповку и закрепление конструкции в проектом положении.

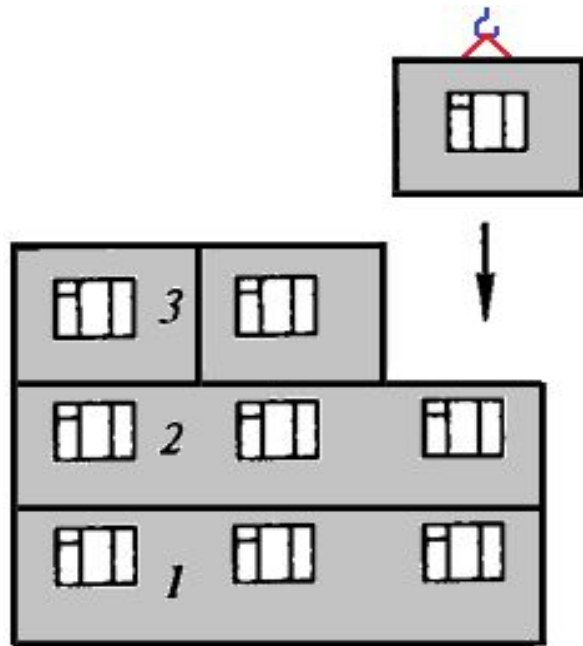


Рис. 4. Монтаж зданий и сооружений методом наращивания: 1...3 - последовательность монтажа

Способ заключается в последовательном наращивании элементов здания по горизонтали по всей длине (по всей площади этажа), с продолжением работ в той же последовательности и на последующих этажах. В качестве монтажных элементов могут быть отдельные конструкции, укрупнённые линейные элементы, плоские и пространственные блоки. Способ позволяет организовать возведение здания любыми современными методами, при любой организации работ, применить самую разнообразную комплексную механизацию всех работ, обеспечить максимальное совмещение технологических процессов с целью сокращения общей продолжительности производства работ.

Данный способ установки конструкций позволяет широко применять блоки и элементы полной заводской готовности (сантехкабины, объёмные блок-комнаты), комплектно-блочный монтаж из укрупнённых в пространственные блоки строительных конструкций с перенесением части, а иногда и большего объёма последующих достроечных или общестроительных и отделочных работ в заводские условия.

**Способ подращивания** заключается в последовательном возведении сооружения, начиная с верхнего этажа и заканчивая первым. Сначала на смонтированных конструкциях подземной части здания собирают и поднимают самые верхние конструкции (рис. 5), затем к ним подращивают элементы и конструкции, расположенные ниже. Достоинством этого способа является выполнение основных сборочных и сварочных операций на уровне земли.

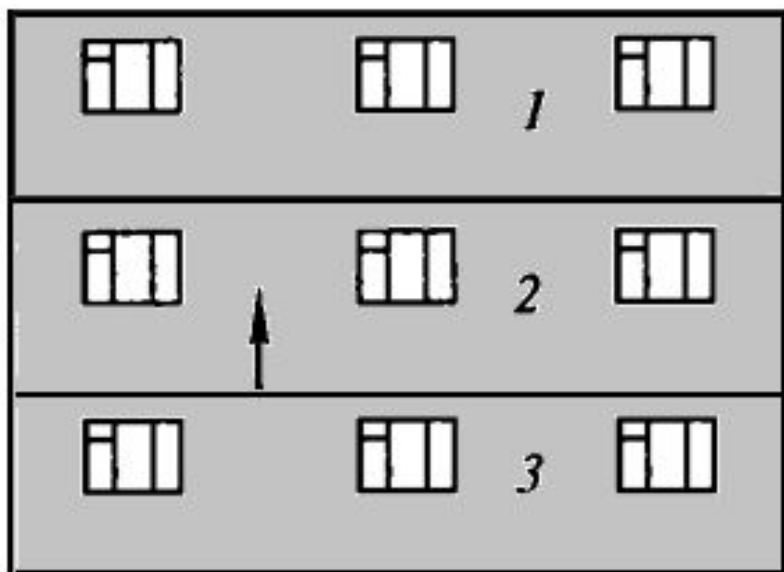


Рис. 5. Монтаж зданий и сооружений методом подращивания:

1...3 - последовательность монтажа

Способ достаточно широко применяется, в частности при возведении зданий методами подъёма перекрытий и этажей.

В жилищном и промышленном строительстве подращивание осуществляют по направляющим колоннам, ядрам жёсткости с использованием домкратов и средств подтягивания конструкций. При методе подъёма перекрытий первоначально бетонируют все перекрытия, включая панель покрытия. С помощью домкратов поднимают на определённую высоту верхнее покрытие, обычно с готовой кровлей. Далее последовательно, в соответствии с установленной технологией, осуществляют подъём одного перекрытия или пакета плит на промежуточную высоту, наращивание колонн, снова подъём плит как с промежуточных отметок, так и с уровня земли. Когда все панели перекрытия оказываются на своих проектных отметках, начинается обустройство их остальными конструктивными элементами, включая навеску стеновых панелей. Возведение этажей при этом методе производят сверху вниз.

При методе подъёма этажей также первоначально бетонируют все перекрытия и верхнее покрытие, которое поднимают на промежуточную высоту, на верхнем перекрытии возводят сборные конструкции верхнего этажа, весь этаж поднимают до уровня покрытия и соединяют с ним. Далее на верхнем забетонированном перекрытии монтируют следующий этаж, поднимают до верхнего и вместе их поднимают до проектных отметок. Далее собирают следующий этаж и поднимают до проектных отметок.



Все последующие конструкции собирают и поднимают в проектное положение подобным образом.

**Способ поворота** применяют для конструкций или сооружений, собираемых в горизонтальном положении, обычно на уровне земли. Подъем конструкций в проектное положение осуществляют путём поворота вокруг неподвижного шарнира с помощью порталов, шевров, мачт с полиспастами, лебёдками, с применением самоходных кранов.

Задача всех этих монтажных приспособлений и средств состоит в обеспечении плавного подъёма и поворота монтируемой конструкции с горизонтального в вертикальное положение.

Для обеспечения устойчивости конструкции при подъёме, особенно в завершающий момент установки в вертикальное положение, используют тормозные лебёдки и другие устройства, воспринимающие инерционные силы от движения поднимаемой системы, воспринимающие боковые ветровые усилия и другие нагрузки, возникающие при подъёме.

Способом поворота монтируют радиомачты высотой до 120 м, опоры линий электропередач. Наиболее часто применяют две разновидности способа: **способ поворота с использованием самоходного крана** для подъёма верха конструкции на промежуточную высоту с последующим подъёмом конструкции с помощью лебедки.

Второй способ «падающей стрелы» (рис. 6) - на конструкцию в шарнире устанавливают вертикально и жёстко закрепляют высокую жёсткую стойку, верх которой соединяют с верхом поднимаемой конструкции, таким образом, создается жёсткая треугольная система.

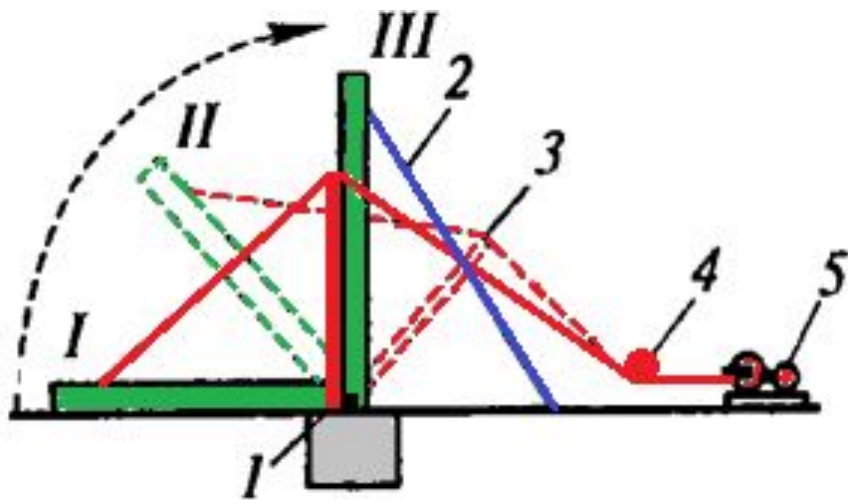


Рис. 6. Монтаж зданий и сооружений методом падающей стрелы;

*I...III* – этапы поворота конструкции;

*1* – шарнирное опирание;

*2* – растяжка;

*3* – «падающая стрела»;

*4* – блок;

*5* – лебёдка

Эту систему поворачивают вокруг опорного шарнира с помощью лебёдки, трос от которой закреплён наверху стойки (стрелы), проходит через неподвижный, заанкерённый в земле блок.

**Способ передвижки** (рис. 7) основан на сборке отдельных конструкций в крупный пространственный блок (в бетонировании крупноразмерной пространственной конструкции) в стороне от своих постоянных опор. В проектное положение готовую пространственную конструкцию надвигают по специальным накаточным путям.

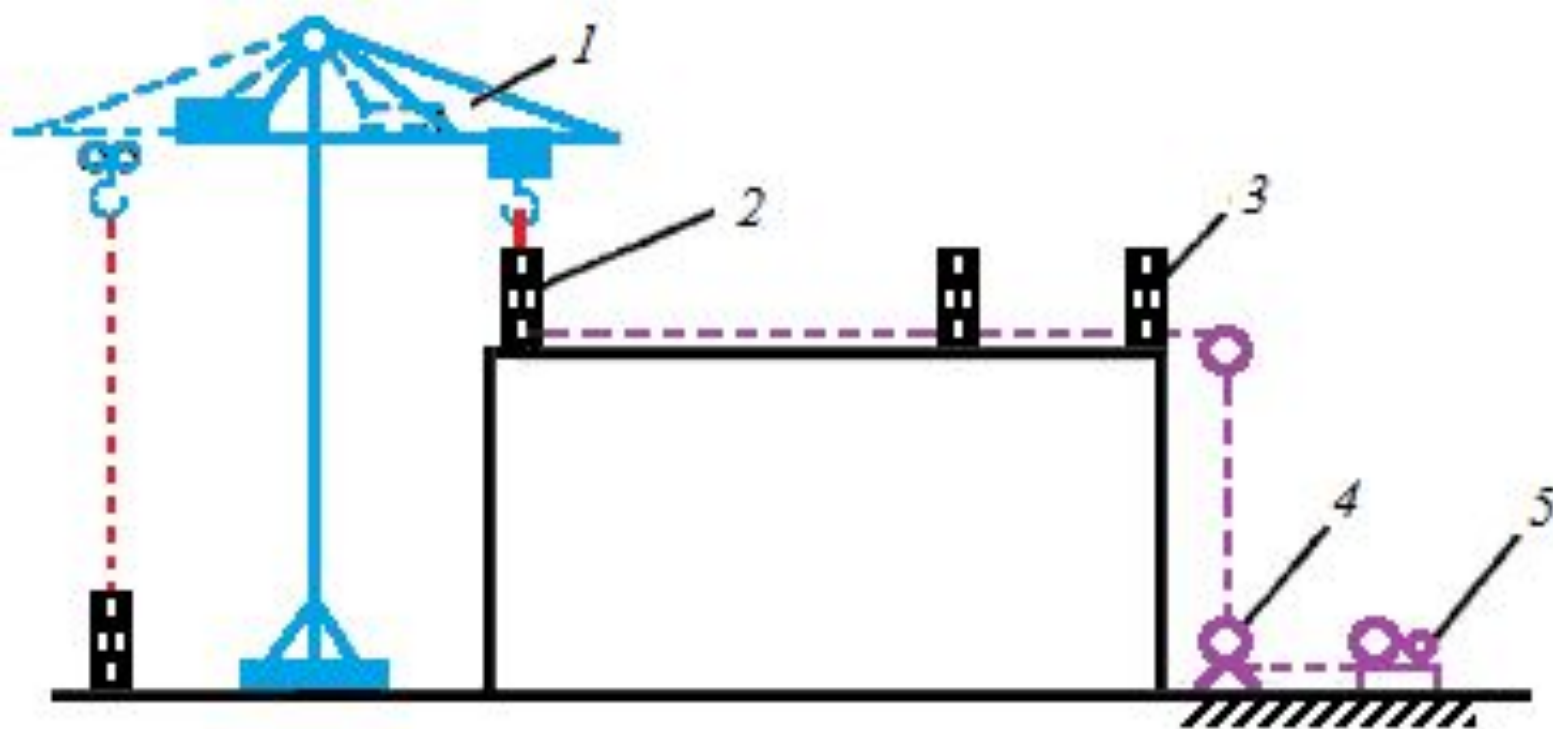


Рис. 7. Монтаж зданий и сооружений методом продвижки:

- 1 – монтажный кран;
- 2 –двигаемый конструктивный элемент;
- 3 – элемент в проектном положении;
- 4 – блок полиспаста;
- 5 – лебёдка

При этом конструкция либо скользит (способ скольжения), либо катится на роликах (способ качения). Способ применяют при монтаже конструкций промышленных зданий, при продвижке конструкций в стеснённых условиях площадки или при недостаточной грузоподъёмности монтажных кранов.

**Способ вертикального подъёма** характеризуется тем, что на земле полностью монтируют пространственную конструкцию, поднимают с помощью подъёмников (обычно гидравлических) (рис. 8) несколько выше проектной отметки, под неё подводят поддерживающие конструкции, чаще всего колонны, на которые и опускают монтажный элемент.

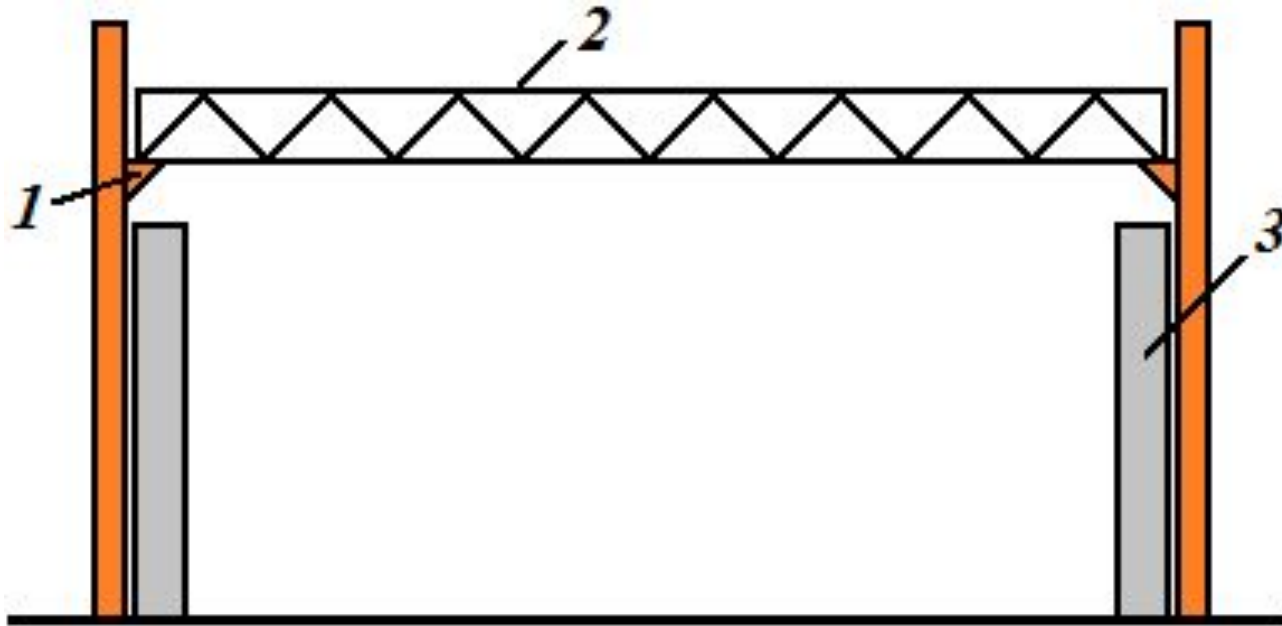


Рис. 8. Вертикальный подъём зданий и сооружений гидравлическими подъёмниками;

1 – монтажный кран;

2- поднимаемая конструкция;

3 – подведение поддерживающих конструкций

В отдельных случаях пространственный, подготовленный для монтажа блок, поднимают и устанавливают на опоры с помощью двух синхронно работающих монтажных кранов (рис. 9).

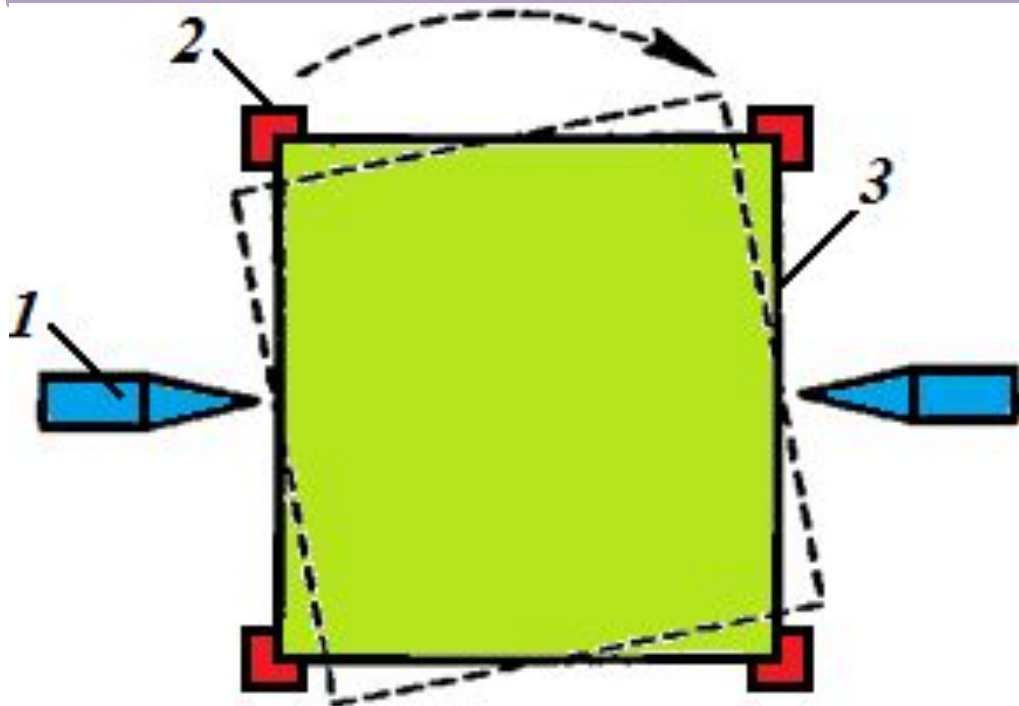


Рис. 9. Монтаж зданий и сооружений спаренными кранами;  
1 – монтажный кран;  
2 – постоянная опора;  
3 – подъём и поворот конструкции на опоры

Способы установки элементов являются неотъемлемой частью проекта производства работ. Оптимизация методов монтажа производится путём технико-экономического анализа с учётом определяющих факторов: конструктивных особенностей здания, массы элементов, рельефа площадки и требуемых площадей, наличия монтажного оборудования, нормативных сроков строительства.

## **5. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом;**

### **5.1. Монтаж сборных фундаментов**

Монтаж сборных фундаментов обычно осуществляют отдельным опережающим потоком в период возведения подземной части здания. Разбивку мест установки фундаментов производят с использованием продольных и поперечных осей, фиксируемых с помощью проволоки.

При монтаже фундаментов под колонны на дно котлована отвесом переносят положение осей, фиксируя их штырями или колышками, забитыми в грунт. На фундаментах стаканного типа определяют середину боковых граней стакана и наносят осевые риски на верхнюю грань. При опускании блока на основание контролируют по рискам положение блока.

Установку фундамента стаканного типа необходимо производить сразу в проектное положение, чтобы избежать нарушения поверхностного слоя основания (рис. 10). Положение фундаментного блока по высоте выверяют с помощью нивелира, контролируя отметку дна стакана. Положение блока в плане проверяют при неснятых стропях путём совмещения рисков (установочных и разбивочных осей) по двум взаимно перпендикулярным осям, небольшое отклонение устраняют, передвигая блок монтажным ломиком.

По окончании монтажа фундаментных блоков проводят геодезическую съёмку их положения - высотную и в плане. По результатам съёмки составляют исполнительную схему, на которой указываются возможные смещения блоков.



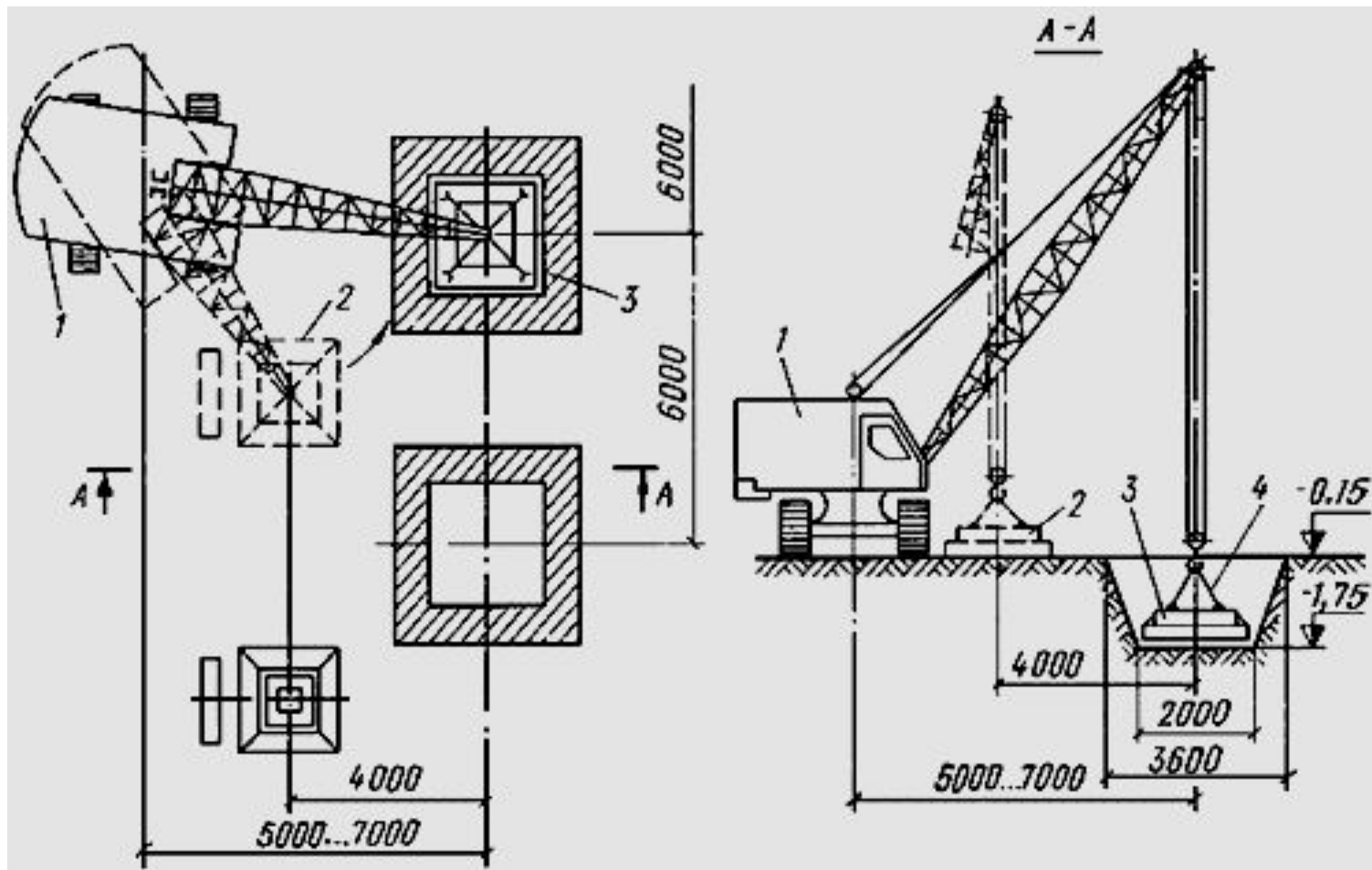


Рис. 10. Монтаж фундаментов:

- 1 – гусеничный кран; 2 – положение блоков фундаментов до подъёма;  
3 – блок фундамента на проектной отметке

Допускаемые отклонения установленных фундаментных блоков стаканного типа от проектного положения: смещение осей блоков относительно разбивочных осей не более  $\pm 10$  мм, отклонение отметок дна стаканов - 20 мм.

## 5.2. Монтаж колонн

Монтаж фундаментов стаканного типа и в целом возведение конструкций подземной части здания относятся к работам нулевого цикла и выполняются самостоятельным монтажным потоком. Надземная часть здания обычно монтируется смешанным методом, когда самостоятельными потоками монтируются колонны и навешиваются стеновые панели, а комплексно осуществляется установка подкрановых, подстропильных и стропильных ферм, укладка панелей покрытия.

До монтажа колонн необходимо:

- ✓ засыпать пазухи фундаментов;
- ✓ нанести по четырём граням на уровне верхней плоскости фундаментов риски установочных осей;
- ✓ закрыть стаканы фундаментов щитами для предохранения от загрязнения;
- ✓ устроить дороги для проезда монтажного крана и автомобилей;
- ✓ подготовить площадки для складирования колонн у места их установки;
- ✓ доставить в зону монтажа необходимые монтажные средства, приспособления и инструменты;
- ✓ проверить положение всех закладных деталей колонн;
- ✓ нанести риски установочных осей на боковых гранях колонн.

Колонны предварительно раскладывают у мест монтажа на деревянных подкладках толщиной не менее 25 мм. Раскладку колонн производят таким образом, чтобы кран с монтажной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы (рис. 11).

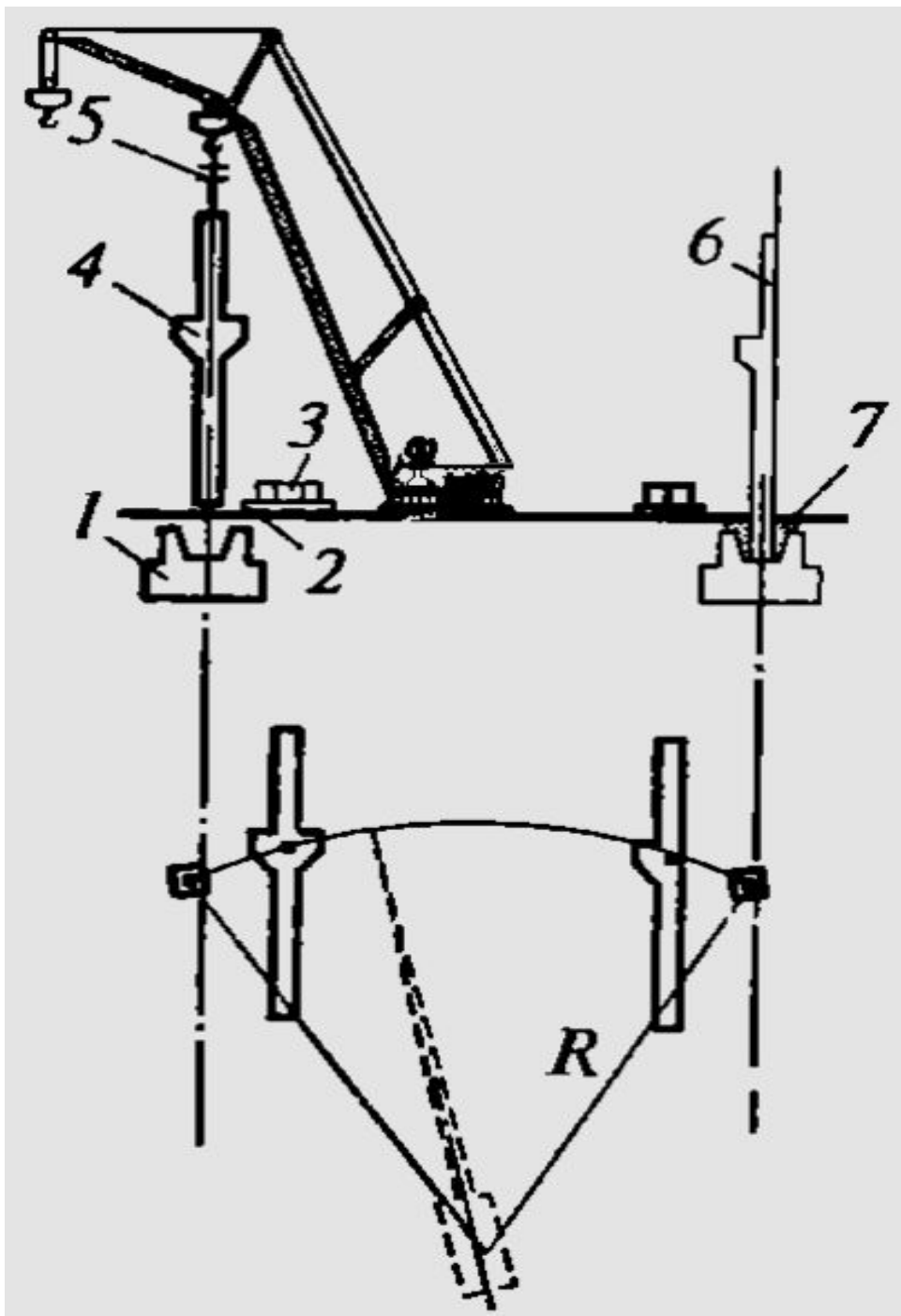


Рис.11. Монтаж колонн:

- 1 – фундамент стаканного типа;
- 2 – подкладка;
- 3 – положение колонны на складе;
- 4 – установленная колонна;
- 5 – монтажная траверса;
- 6 – ранее установленная колонна;
- 7 – заделка колонны в стакане бетоном

Перед монтажом каждую колонну необходимо осмотреть с тем, чтобы она не имела деформаций, повреждений, трещин, раковин, сколов, обнажённой арматуры, наплывов бетона. Необходимо проверить геометрические размеры колонны, наличие монтажного отверстия, правильность установки стальных закладных деталей.

Перед или одновременно со строповкой колонну высотой более 12 м обстраивают лестницами, навесными люльками, расчалками.

Строповку колонн осуществляют за монтажные петли, за монтажный стержень, пропускаемый в специальное отверстие колонны. Широко применяют фрикционные захваты или различные самобалансирующие траверсы, позволяющие опускать колонну на фундамент вертикально. Все они должны обеспечивать дистанционную расстроповку, исключая необходимость подъёма рабочего к месту строповки после установки колонны в стакан фундамента. Колонны при помощи монтажного крана опускают в стакан фундамента на железобетонные подкладки или на выравнивающий слой бетонной смеси.

Выверку и временное закрепление установленных в фундаменты колонн осуществляют при помощи комплекта монтажного оснащения. Проектное положение низа колонны на дне стакана фундамента, временное крепление и выверка колонн по вертикали осуществляются с помощью клиновых вкладышей.

Устойчивость колонн после установки обеспечивают временными креплениями, чаще всего кондукторами или клиновыми вкладышами. Выверку и исправление колонн по вертикали производят при помощи домкратов; при этом отклонение от вертикали и смещение осей колонн в нижнем сечении не должно превышать нормативных величин.

Колонны высотой до 12 м закрепляют в стаканах фундаментов обычно только при помощи клиновых вкладышей, для более высоких колонн дополнительно используют кондукторы и расчалки. Расстроповку установленных колонн следует производить после надёжного закрепления их в стаканах фундаментов клиновыми вкладышами, а при необходимости и расчалками.

Инвентарный клиновой вкладыш состоит (рис. 12 взят из лекции 8) из корпуса с гайкой и ручкой, винта с бобышкой и клина, подвешенного на шарнире.

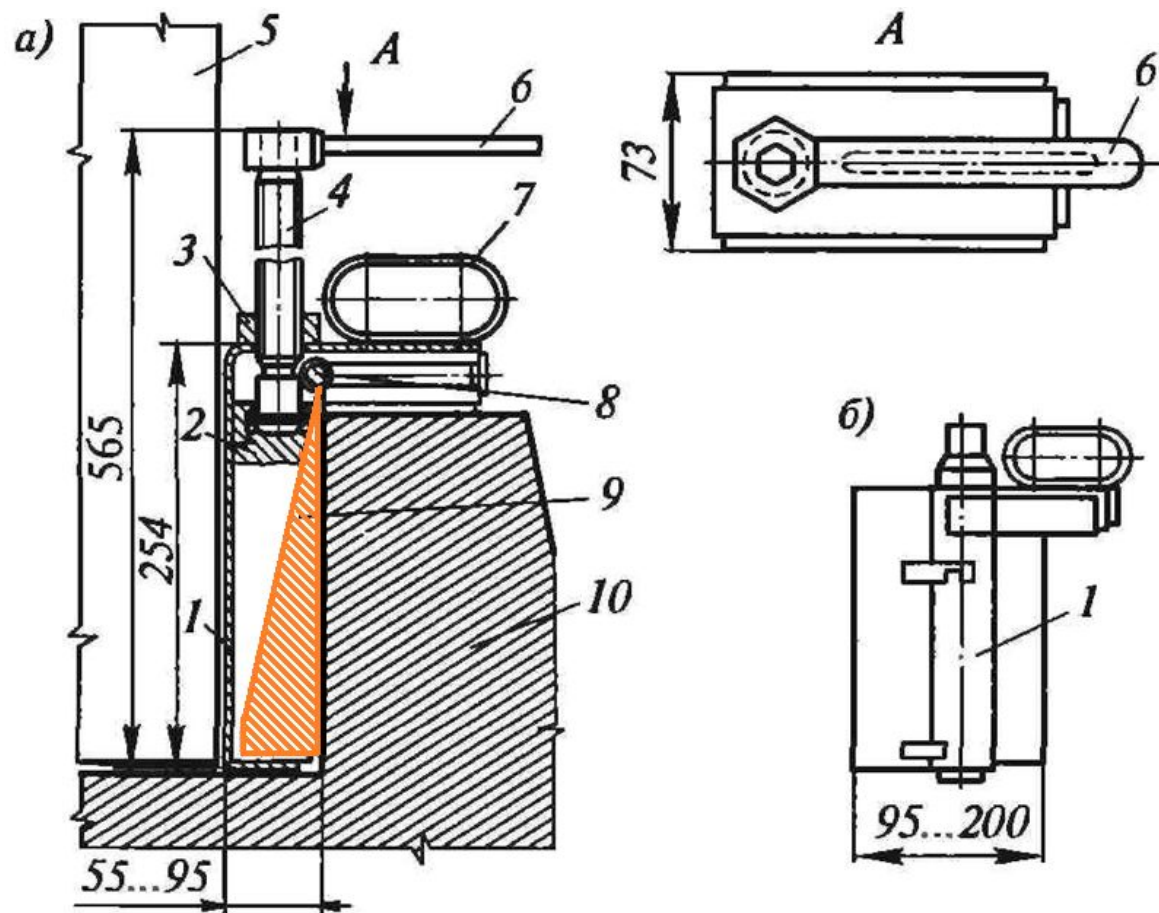


Рис. 12. Клиновой вкладыш (а) и приставка (б):

- 1 - корпус;
- 2 - бобышка;
- 3 - гайка;
- 4 - винт;
- 5 - колонна;
- 6 - ключ;
- 7 - ручка;
- 8 - шарнир;
- 9 - клин;
- 10 - фундамент

Клиновые вкладыши устанавливают в зазоры между гранями колонны и стенками стакана фундамента. При зазорах более 90 мм применяют дополнительные вставки. При вращении винта ключом под действием бобышки клин перемещается в корпусе на шарнире, в результате создаётся усилие распора между клином и корпусом стакана. Перед заделкой стыка между колонной и фундаментом бетонной смесью на клиновой вкладыш устанавливают ограждение, которое извлекают из стакана сразу же после уплотнения жёсткой бетонной смеси или после начала схватывания при обычных смесях.

Для временного закрепления колонн применяют кондукторы различных типов. Условия применения разного вида кондукторов, порядок выполнения работ по установке и выверке колонн с их применением оговаривается проектом производства работ.

После выверки колонн закрепление их в проектном положении осуществляют путём бетонирования стыков бетонной смесью на быстротвердеющем безусадочном цементе при помощи пневмонагнетателя. Клиновые вкладыши вынимают только после приобретения бетоном стыка прочности, указанной в проекте производства работ или по достижении бетоном 50% проектной прочности.

При монтаже колонн необходимо проверять отметку дна стакана фундамента, совмещение риски на грани в нижней части колонны с разбивочной риской на верхней грани фундамента, вертикальность колонн, отметки крановой консоли и оголовка колонны. Совмещение осей колонны и разбивочных осей необходимо контролировать по двум осям, вертикальность колонны должна быть обеспечена при помощи одного или двух теодолитов по двум разбивочным осям или зенит-прибором методом вертикального проектирования.



При монтаже колонн необходимо проверять отметку дна стакана фундамента, совмещение риски на грани в нижней части колонны с разбивочной рисккой на верхней грани фундамента, вертикальность колонн, отметки крановой консоли и оголовка колонны. Совмещение осей колонны и разбивочных осей необходимо контролировать по двум осям, вертикальность колонны должна быть обеспечена при помощи одного или двух теодолитов по двум разбивочным осям или зенит-прибором методом вертикального проектирования. Отметки опорных площадок для подкрановых балок и ферм контролируют методом геометрического нивелирования.

### **5.3. Монтаж подкрановых балок**

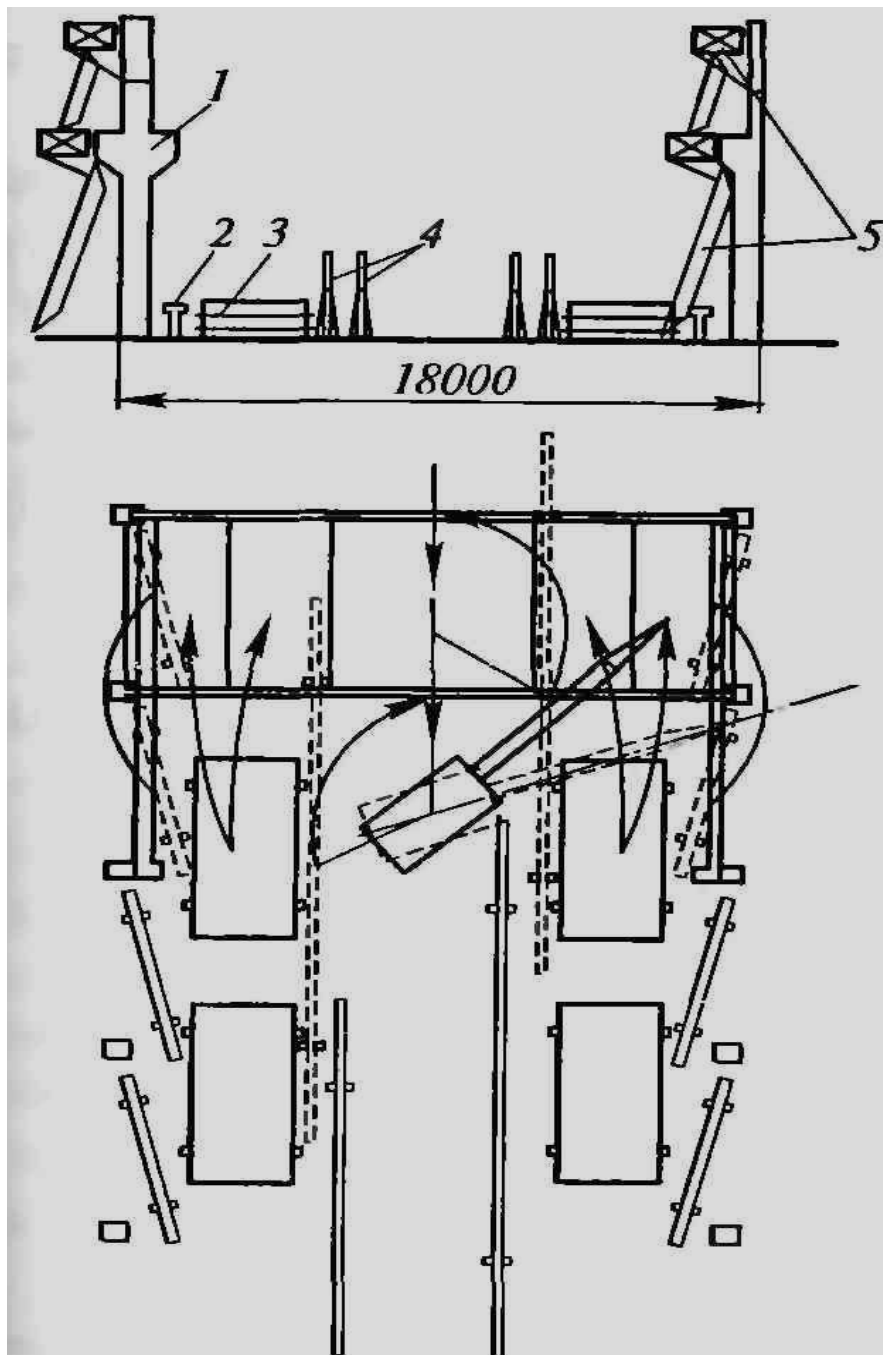
Установку балок производят только после набора бетоном в замоноличенном стыке колонны с фундаментом заданной прочности. Перед монтажом должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- планировка зон раскладки подкрановых балок перед подъёмом;
- устройство проезда для передвижения монтажного крана и автотранспорта;
- выверка и закрепление по проекту всех колонн и вертикальных связей по ним;
- геодезическая проверка отметок опорных площадок консолей колонн с определением и обеспечением монтажного горизонта.

Монтаж подкрановых балок может быть организован самостоятельным потоком или осуществляться комплексно совместно с остальными конструкциями покрытия (рис. 13).

Рис. 13. Схема раскладки и монтажа элементов типовых ячеек:

- 1 – смонтированная колонна;
- 2 – подкрановая балка;
- 3 – штабель плит покрытия;
- 4 – стропильные фермы;
- 5 – монтажное обустройство колонны



Раскладку балок и остальных элементов каркаса в зоне монтажа необходимо выполнять на деревянные подкладки, укладывая сборные элементы под небольшим углом к ряду колонн (что позволяет осмотреть торцы и подготовить соединяемые детали к монтажу), и на расстоянии от них порядка 50 см.

Раскладку подкрановых балок выполняют с учётом их монтажа, когда кран с монтажной стоянки осуществляет их подъём и укладку без изменения вылета стрелы (рис. 14). Перед подъёмом подкрановой балки необходимо установить на колонны монтажные лестницы, очистить монтажные узлы от грязи и мусора, закрепить на балке оттяжки и застропить её.

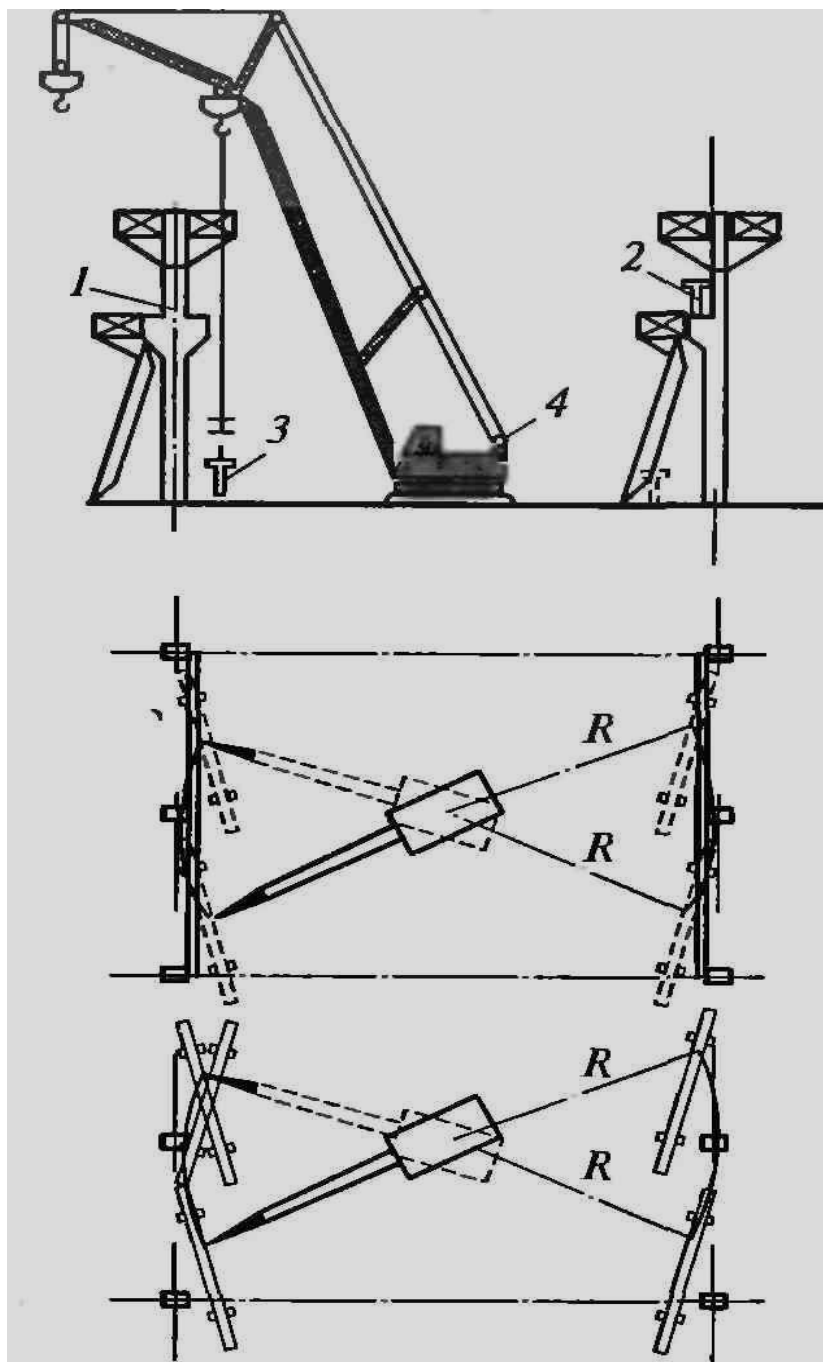


Рис. 14. Монтаж подкрановых балок:  
1 – колонна;  
2 – подкрановая балка в проектном положении;  
3 – то же, на складе;  
4 – монтажный кран

Возможны две основные схемы монтажа подкрановых балок. При первой, в пределах захватки монтируют балки и временно их закрепляют. Осуществляют инструментальную нивелировку балок в опорных точках. Под уровень наиболее высокой отметки приподнимают все остальные опорные точки балок при помощи стальных прокладок. Безвыверочный монтаж балок возможен при повышенной точности изготовления и монтажа колонн, обеспечивающих необходимый горизонт консолей этих колонн. При второй схеме перед установкой подкрановых балок на закладные детали консолей колонн укладывают подкладки-компенсаторы толщиной до 10 мм, которые обеспечивают проектную точность опорной поверхности. Это позволяет устанавливать и окончательно закреплять подкрановые балки без дополнительной выверки по высоте.

Подкрановые балки длиной до 6 м поднимают в проектное положение обычной траверсой с крюками, а балки большей длины - траверсой с клещевыми захватами (рис. 15). Балку поднимают выше проектной отметки на 30...50 см и с помощью оттяжек приводят её в положение, близкое к проектному. При установке подкрановых балок риски на нижних торцевых гранях балок должны совпадать с рисками на консолях колонн.

Выверку балки по высоте и в плане осуществляют при помощи домкрата или струбицины и горизонтального винтового устройства. По окончании выверки под балку укладывают расчётной толщины прокладки и закрепляют её анкерными болтами.

Отметку верхней полки и положение продольной оси выверяют геодезическими инструментами. Закрепление балок осуществляют сваркой закладных пластин в торцах балок и в двух уровнях у колонны - у верхней грани подкрановой консоли и на боковой грани выше полки балки.

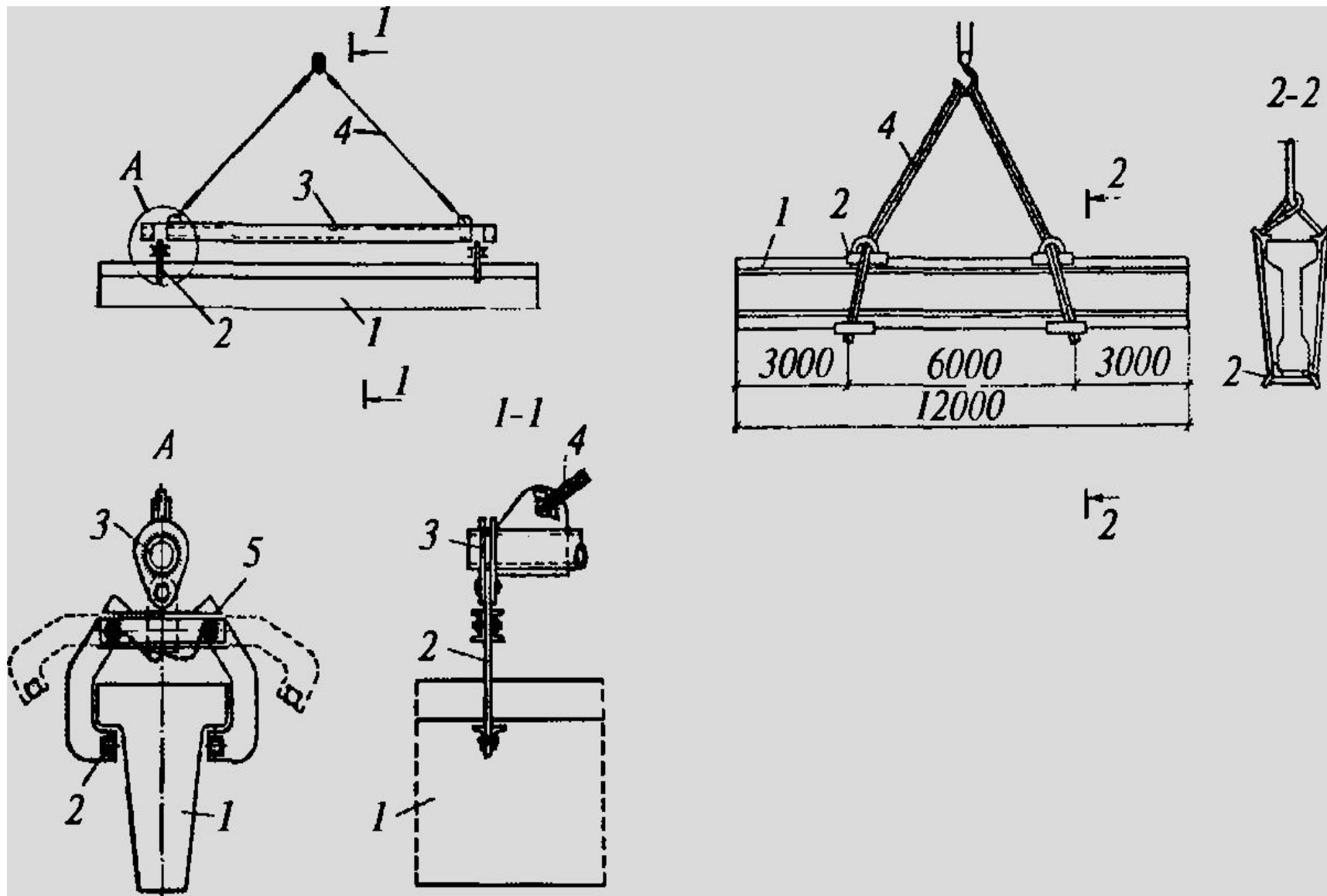


Рис. 15. Захваты для монтажа подкрановых балок:

1 - подкрановая балка; 2 - механический захват; 3 - траверса; 4 - гибкие тросы; 5 - фиксатор

Промежуток между подкрановой балкой и колонной заполняют бетонной смесью в инвентарной опалубке, а стыки балок - цементным раствором.

#### **5.4. Монтаж стропильных и подстропильных ферм и балок**

Разгрузка ферм и балок на объекте, раскладка и установка элементов производится обычно автомобильным краном в зоне действия монтажного крана. Монтаж этих конструкций может выполняться с предварительной раскладкой элементов (включая подкрановые балки и плиты покрытия) или непосредственно с транспортных средств. Раскладку ферм и балок производят таким образом, чтобы кран с монтажной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы (рис. 16 и 17). Для обеспечения устойчивости монтируемых элементов на земле их складывают в специальных кассетах. При поставке на объект конструкций в значительных количествах допускается временное складирование в групповых кассетах без раскладки в зоне монтажа (рис. 18). Если предполагается монтировать подкрановые балки самостоятельным потоком, то предпочтительно подстропильные фермы монтировать с ними в одном потоке.

Перед монтажом конструкции необходимо оснастить: подстропильные фермы – предохранительным канатом, навесной люлькой и оттяжками; стропильные фермы и балки - предохранительным канатом и оттяжками.

Для строповки ферм и балок должны применяться траверсы, оснащённые захватами с дистанционной автоматической или полуавтоматической расстроповкой.



Рис. 16. Монтаж подстропильных ферм:

1— монтажный кран;

2— подстропильная ферма на складе;

3— установка фермы на опоры;

4— монтажная оснастка

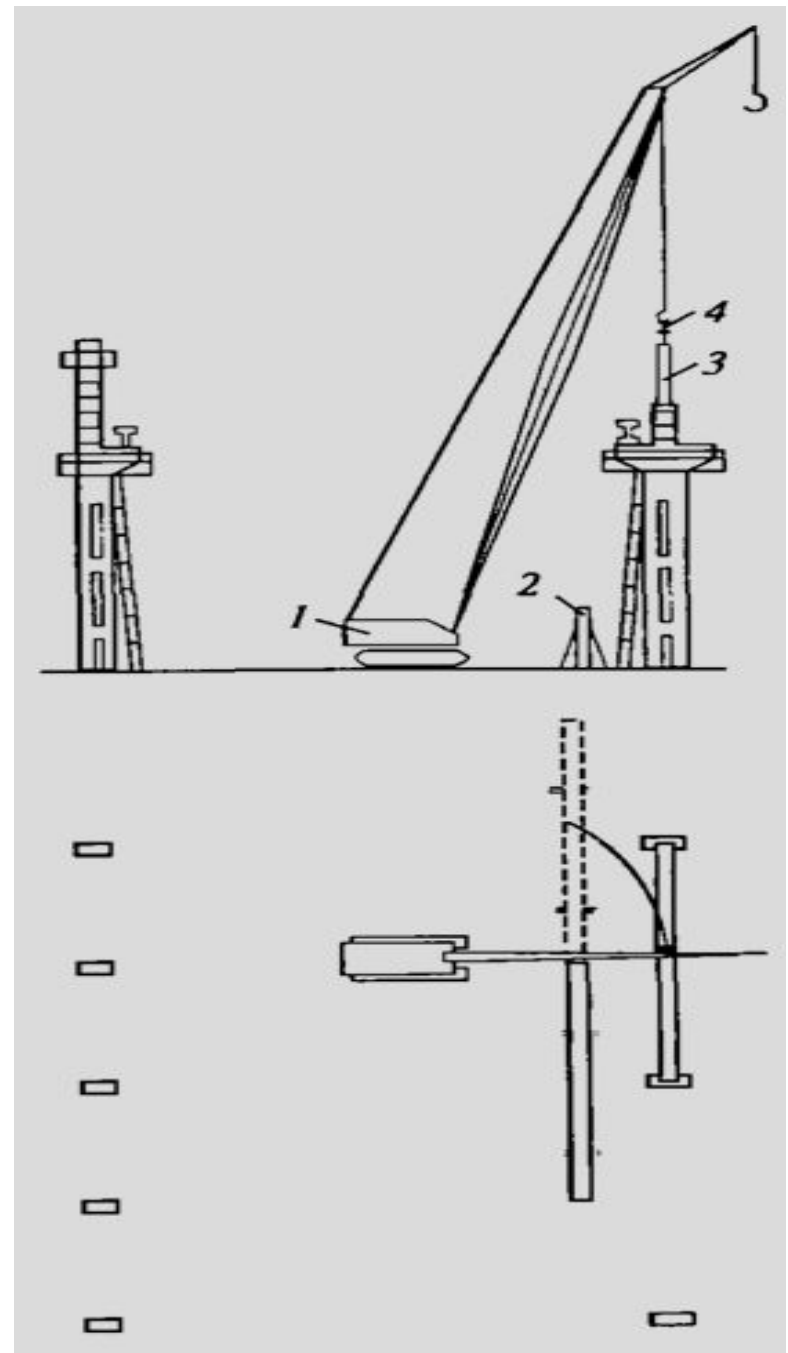
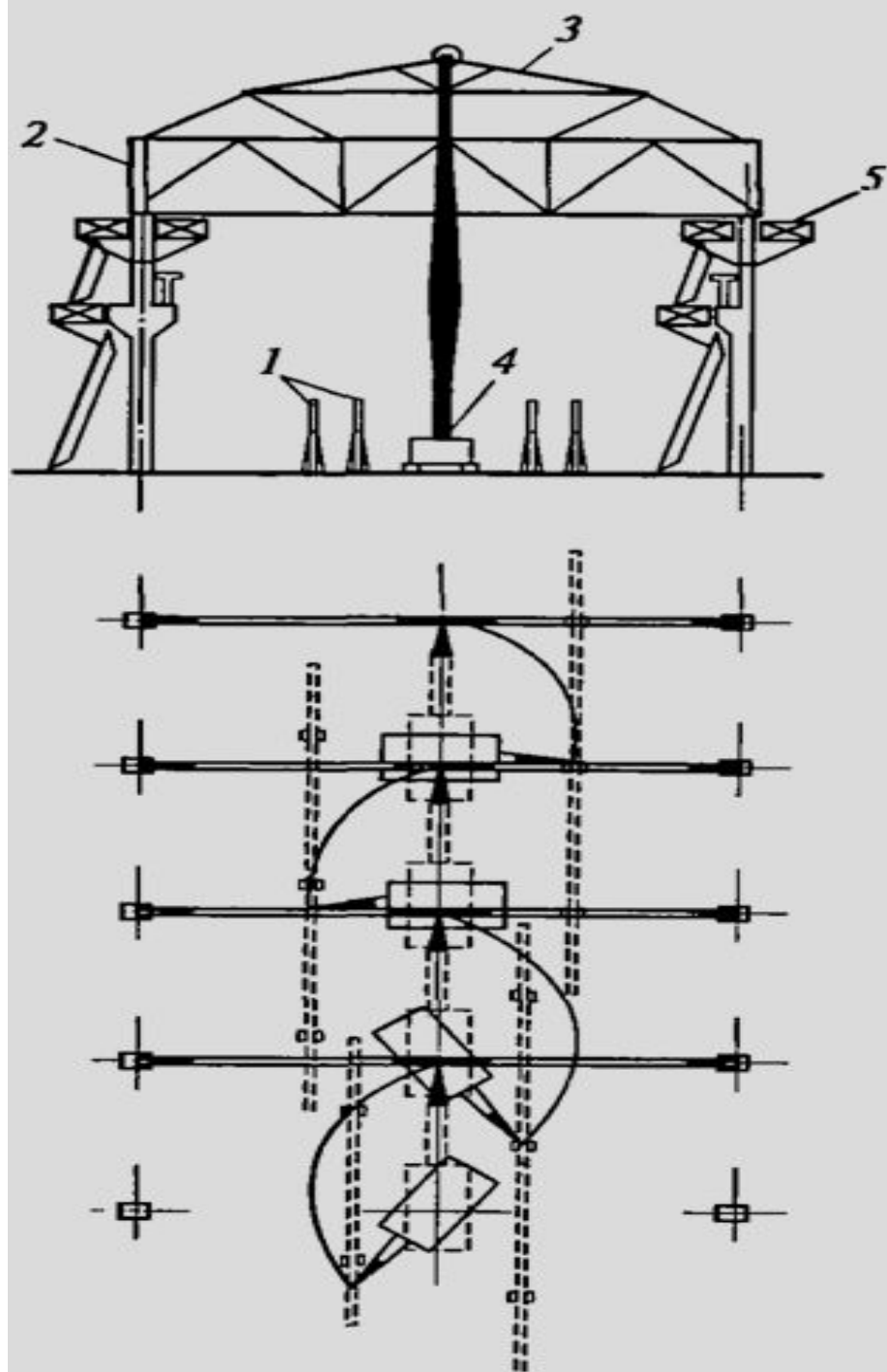


Рис. 17. Монтаж стропильных ферм:  
1 – стропильные фермы на складе;  
2 – подъём фермы в проектное положение;  
3 – траверса;  
4 – монтажный кран;  
5 – монтажное обустройство колонны



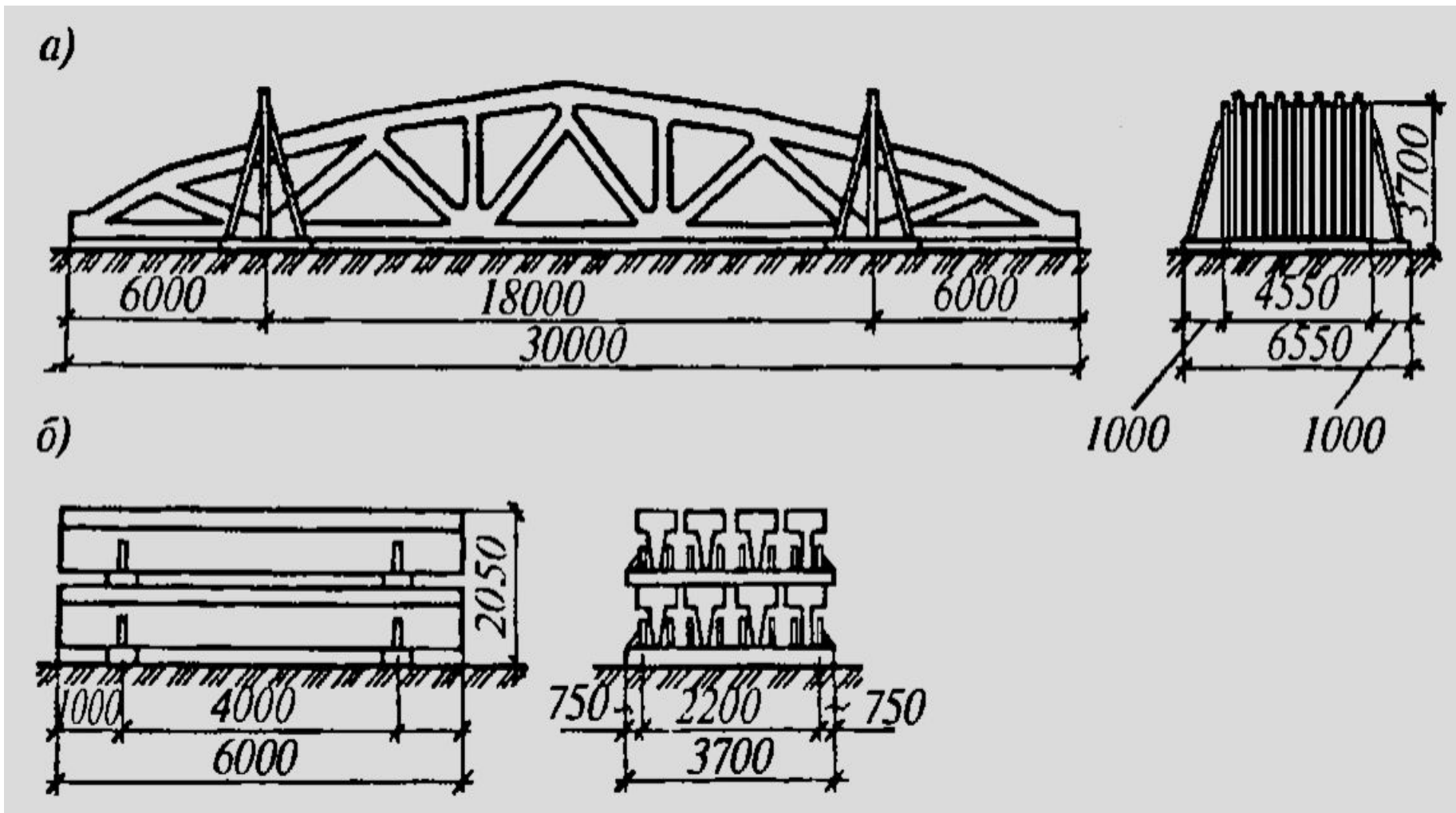


Рис. 18. Складирование ферм и балок на приобъектном складе:  
 а – стропильные фермы;  
 б – подкрановые балки

При подъёме фермы её положение в пространстве регулируют с помощью оттяжек. На высоте около 0,6 м над местами опирания ферму принимают монтажники (находящиеся на монтажных площадках, прикреплённых к колоннам), наводят её по осевым рискам и устанавливают в проектное положение. Затем сваривают закладные детали, после чего производят расстроповку фермы. Для монтажа балок и ферм часто используют передвижные и самоходные телескопические и шарнирные вышки и подъёмники, которые обеспечивают удобство в работе монтажников и позволяют отказаться от подмостей и навесных люлек.

Фермы и балки покрытия следует устанавливать в проектное положение, совмещая осевые риски на их концах с рисками на опорных поверхностях нижележащих конструкций (колонн, подстропильных ферм). Раскрепление элементов производят при помощи кондукторов, предварительно устанавливаемых на оголовки колонн. Расстроповку осуществляют после установки распорок и приварки связей к верхним поясам.

После подъёма, установки и выверки первую ферму раскрепляют расчалками, которые закрепляют за переставные инвентарные якоря или заранее установленные и замоноличенные колонны, последующие соединяют друг с другом специальными распорками, имеющими в осях жёсткий размер 6 или 12 м (рис. 19). После установки первой пары ферм на них укладывают и закрепляют 3...4 плиты покрытия для создания начальной жёсткой системы. Затем снимают все элементы временного крепления, т. е. все инвентарные распорки и расчалки удаляют по мере укладки и приварки плит покрытия. Одновременно с фермами следует устанавливать все предусмотренные проектом постоянные связи.

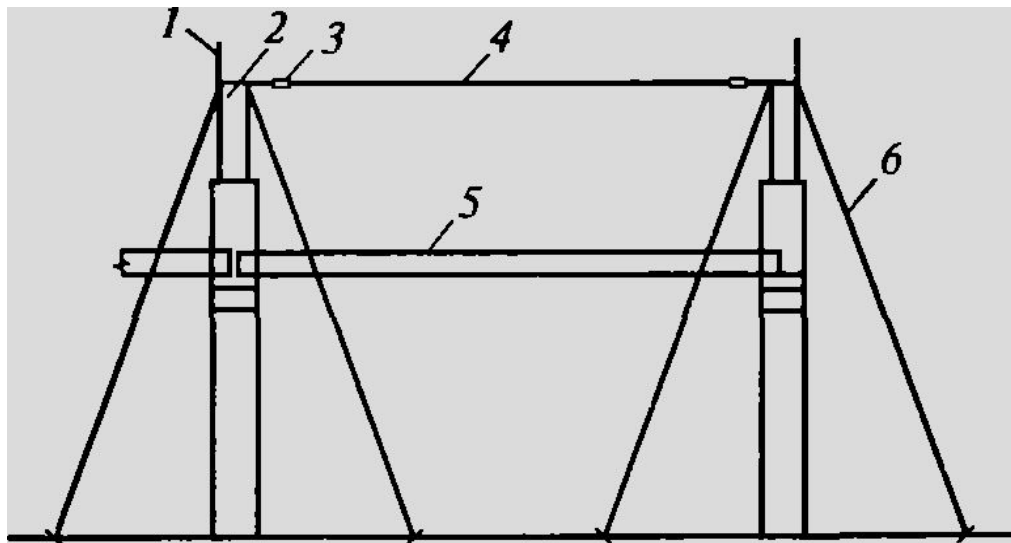
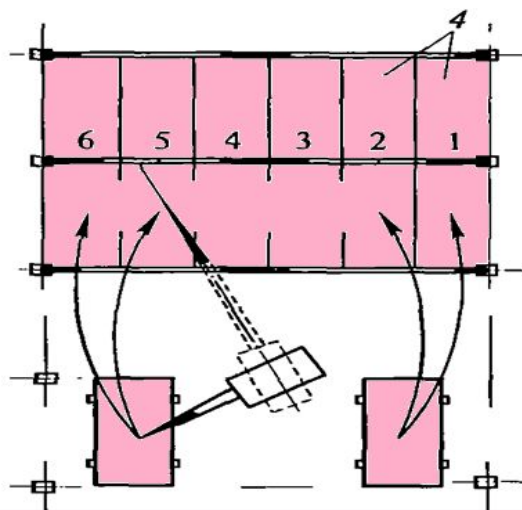
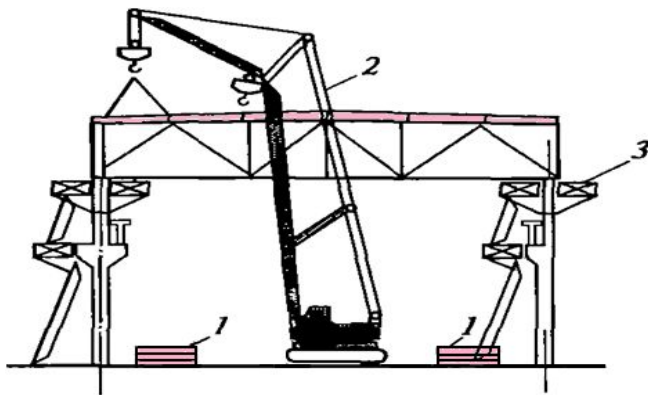


Рис. 19. Установка и раскрепление первых двух стропильных ферм:  
1 – поручень;  
2 – стропильная ферма (балка);  
3 – стяжная муфта;  
4 – инвентарная винтовая стяжка;  
5 – подкрановая балка;  
6 – расчалка

### 5.5. Монтаж плит покрытия

Как правило, плиты покрытия имеют длину 6 м при ширине 1,5 и 3 м и длину 12 м при ширине 3 м. Строповку плит производят четырёхветвевым стропом или, что чаще, траверсами. Монтаж плит осуществляют в одном потоке с фермами (балками покрытия), поэтому сразу после установки очередной фермы укладывают очередной ряд плит.

При бесфонарной кровле плиты покрытия рекомендуется укладывать от одного конца фермы к другому, начиная со стороны ранее смонтированного пролёта (рис. 20), при наличии фонарей - от концов ферм к середине пролёта. Плиты покрытия укладывают по разметке на верхних поясах ферм (балок) с целью обеспечения проектного положения их в плане на стропильной конструкции. Первая плита покрытия, установленная на стропильные конструкции, приваривается в четырёх опорных узлах.



- Рис. 20. Монтаж панелей покрытия:
- 1 – штабель плит покрытия;
  - 2 – монтажный кран;
  - 3 – монтажное обустройство колонны;
  - 4 – последовательная укладка плит покрытия

Закладные детали каждой последующей плиты не менее чем в трёх узлах опирания должны быть приварены к закладным деталям верхнего пояса фермы (четвёртый угол плиты оказывается недоступен для сварки).

При укладке в каждой ячейке первой плиты один монтажник находится на плите, уложенной в смежной ячейке, второй - на лестнице площадке, навешенной на колонну. В дальнейшем оба монтажника переходят на вновь уложенную плиту для приёмки и укладки следующей.



Крайние плиты покрытия должны оснащаться инвентарной конструкцией ограждения. Швы между плитами заделывают цементно-песчаным раствором на быстротвердеющем цементе или мелкозернистой бетонной смесью.

В одноэтажных промышленных зданиях могут быть предусмотрены в качестве элементов покрытия бо́льшие по размеру плиты-оболочки, плиты 2Т, другие индустриальные изделия, которые чаще всего поступают на объект с уже выполненным утеплителем и кровлей.

Складирование плит покрытия осуществляется в рабочей зоне монтажного крана вместе с другими элементами, входящими в монтажный поток. Плиты укладываются в штабели до 8...9 шт., иногда устраивают штабели с двух сторон от монтажного крана. Необходимо, чтобы на этих штабелях все плиты укладывались полностью в монтируемом пролёте. Только для плит покрытия, как наиболее лёгких элементов каркаса, допустимо изменение вылета крана при укладке элементов на две соседние фермы. Оптимальным решением является применение в качестве монтажного крана с удлиненным гуськом, что позволит на основном крюке поднимать и монтировать фермы и балки, на другом крюке на гуське - плиты покрытия.

Распорку между фермами снимают после укладки и приварки к ферме закладных деталей плиты, уложенной у распорки. Монтаж железобетонных плит покрытия по стропильным балкам выполняют в той же последовательности и теми же приёмами, как по фермам.

## 5.6. Монтаж стеновых ограждений

Стеновые панели устанавливают в самостоятельном монтажном потоке после монтажа каркаса и покрытия всего здания или части его. Панели наружных стен приняты длиной 6 и 12 м при высоте 1,2 и 1,8 м. Монтаж стеновых ограждений обычно выполняют самоходными стреловыми кранами на гусеничном или пневмоколесном ходу с прямыми стрелами, со стрелами с гуськом или со специализированным башенно-стреловым оборудованием. Наибольшее применение находят гусеничные краны, так как для них проще подготавливать основание под проезды.

Для выгрузки с транспортных средств и установки панелей стен в кассеты применяют самостоятельный кран, чаще автомобильный. Располагать кассеты в несколько рядов вдоль здания и тем самым расширять монтажную зону нерационально. Поэтому, если стена по высоте включает более 12 панелей, монтаж стенового заполнения осуществляют за 2...3 проходки крана по длине захватки.

Панели стен монтируют участками между колоннами на всю высоту здания. Для выгрузки и установки панелей в кассеты обычно применяют автомобильный кран. При этом строповку панелей длиной 6 м производят двухветвевым стропом, а панелей длиной 12 м - траверсой. Ширина зоны монтажа, проезда для транспортных средств, доставляющих стеновые панели, зоны работы крана зависят от технологии выполнения монтажных работ, от места расположения кассет с панелями и других факторов. Наименьшая ширина зоны для производства монтажных работ будет в случае, когда кассета со стеновыми панелями расположена между краном и монтируемой стеной; при этом в кассете должно быть достаточно панелей для устройства стены на всю высоту (рис. 21).

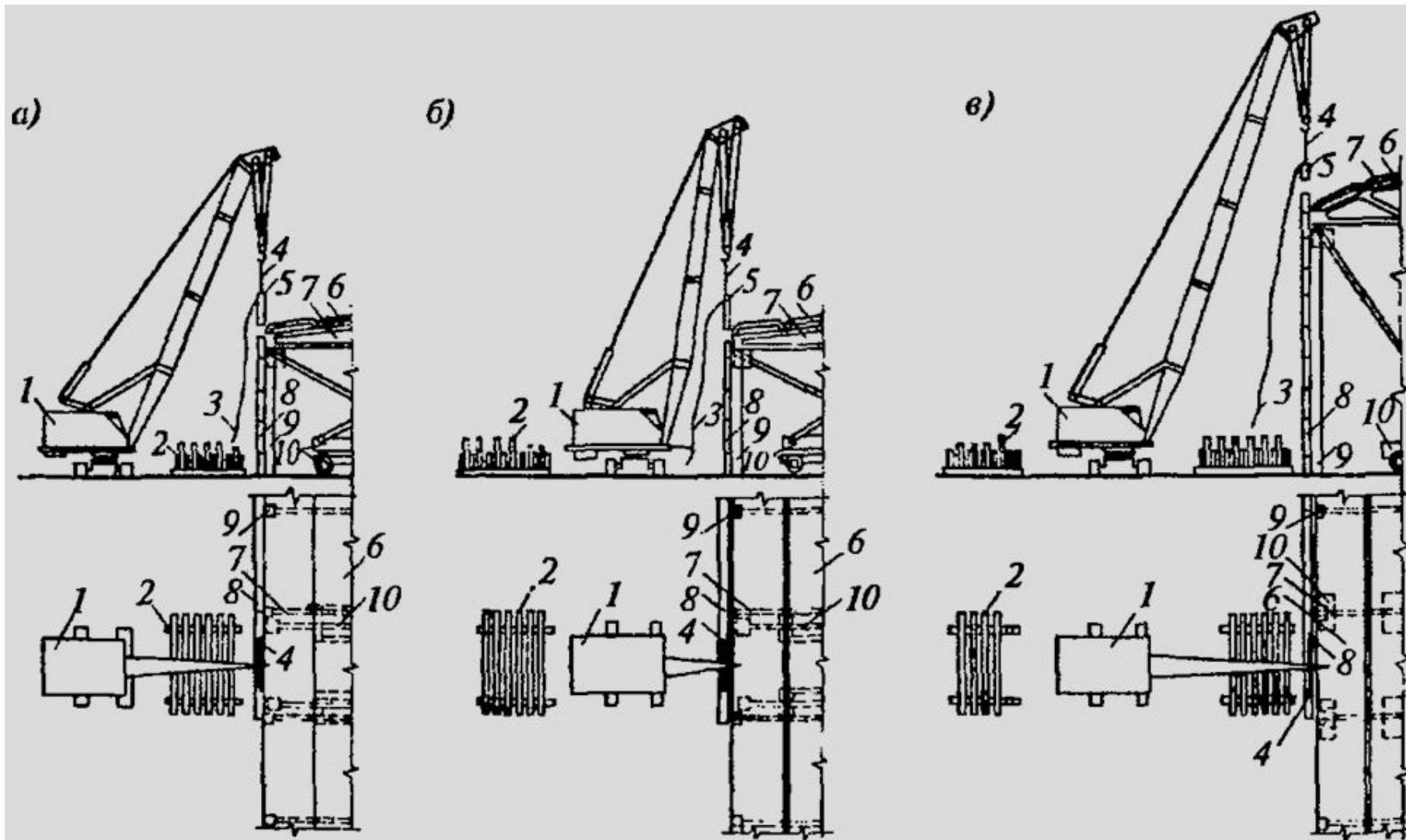


Рис. 21. Навеска наружных стеновых панелей при разном складировании конструкций:

*а* - при расположении кассет между краном и стеной; *б* - то же, за краном;

*в* - при расположении крана между двумя кассетами;

1- кран; 2 - кассеты со стеновыми панелями; 3 - оттяжки; 4 - стропы; 5 - стеновые панели;  
*б* - панели покрытия; 7 - стропильные фермы; 8 - установленные стеновые панели; 9 - колонны;  
 10 - гидроподъёмники

По существующей технологии монтажники выверяют и крепят устанавливаемые панели с внутренней стороны здания. При возможности проезда внутри здания в качестве рабочих мест монтажников целесообразно использовать два подъемника на базе автомобилей. Это позволяет монтажникам принимать каждую панель в местах её соединения с колоннами. При отсутствии подъемников в качестве рабочего места можно применять подмости и люльки. В случае невозможности проезда внутри здания в качестве рабочих мест могут быть использованы самоподъемные люльки.

Находит применение технология монтажа наружных стеновых панелей с применением крана со специализированным башенно-стреловым оборудованием. Основными технологическими особенностями применения этого оборудования являются:

- совмещение грузоподъемного крана с монтажной площадкой;
- возможность перемещения монтажной площадки по вертикали (вверх и вниз по башне крана) и по горизонтали (от башни к стене и обратно);
- размещение панелей в кассетах, устанавливаемых между краном и монтируемой стеной;
- ширина зоны монтажа по периметру здания, составляющая не менее 8,5 м.

При установке наружных панелей особое значение имеет точность монтажа для выполнения панелями не только ограждающих, но и эстетических функции. Поэтому необходимо соблюдение размеров швов, должное качество их отделки, сохранение граней лицевых поверхностей.

При геодезической проверке точности выполнения работ контролируется: для панелей первого ряда - совмещение нижней грани панели с рисками разбивочных осей; совмещение граней устанавливаемых рядом или одна над другой панелей; вертикальность граней устанавливаемого ряда стеновых панелей.

Для расшивки горизонтальных швов или нанесения герметизирующих мастик снаружи, заделки вертикальных швов между панелями используют подмости или подъёмные люльки, которые располагают с наружной стороны пролёта после передвижки монтажного крана на следующую стоянку.

### **5.7. Заделка стыков конструкций**

Способы заделки стыков в значительной степени определяются их расположением в здании. Различают горизонтальные и вертикальные стыки. Заделка стыков в общем виде состоит из следующих операций: конопатки, гидроизоляции, утепления, замоноличивания, герметизации, отделки поверхности. Заделку стыков с внутренней стороны ведут в процессе монтажа. Если стык требует обработки снаружи, то заделку стыков выполняют с земли, со стремянки, с выдвижных или навесных люлек.

Замоноличивание стыков и швов раствором или бетонной смесью производят после выверки правильности установки элементов конструкций, приёмки сварных соединений и выполнения противокоррозионной защиты стальных закладных деталей и выпусков арматурных стержней. Качеству заделки стыков придают большое значение, так как от них зависит прочность и устойчивость здания.

Стыки, воспринимающие расчётные усилия, замоноличиваются бетонной смесью более высокого класса, чем бетон стыкуемых элементов. Стыки, не воспринимающие расчётных усилий, могут заделываться бетонной смесью и раствором, указанными в проекте. Целесообразно применять бетонную смесь на расширяющемся или быстротвердеющем цементе.

Песок используют кварцевый средне- и крупнозернистый. Щебень применяют гранитный крупностью 5...10 и 10...20 мм, чтобы лучше обеспечить заполнение бетонной смеси в стыке. Наибольший размер щебня не должен превышать  $\frac{3}{4}$  наименьшего расстояния в свету между стержнями арматуры и  $\frac{1}{3}$  наименьшего размера сечения полости стыка.

Соединение колонны с фундаментом контролируется в двух местах. Колонну устанавливают в стакан фундамента на выравнивающий слой раствора или бетонной смеси жёсткой консистенции, которую укладывают перед установкой колонны. Толщину слоя определяют по высоте монтируемой колонны и отметки дна стакана на исполнительной схеме. Нельзя укладывать металлические подкладки вместо выравнивающего слоя и устанавливать колонну на затвердевший слой бетона, так как при этом не обеспечивается необходимый контакт по всей площади торца колонны и основания.

Гнёзда стаканов замоноличивают после установки и выверки колонны или ряда колонн бетонной смесью с заполнителем крупностью 5...20 мм. Бетонную смесь уплотняют глубинным вибратором.

Остальные стыки элементов каркаса могут иметь различные конструкции. В соответствии с этими отличиями в проектах производства работ должны быть указаны способы заделки стыков: зачеканивание или заделка швов раствором или монолитный стык, применяемый для заделки стыкуемых арматурных элементов.

Зачеканивают швы жестким раствором, уплотняя его для полного законопачивания зазоров. Швы заделывают вручную или с помощью растворонасосов. При заделке стыков между вертикальными элементами применяют инвентарную опалубку.

Бетонируют монолитные стыки, укладывая в опалубку бетонную смесь (раствор); опалубку снимают после достижения прочности бетона, требуемой по проекту.



До начала бетонирования таких стыков проверяют качество сварки деталей и арматуры, правильность армирования. Перед укладкой бетонной смеси очищают арматуру и все поверхности стыкуемых элементов от окалины, убирают мусор. Укладывают бетонную смесь, уплотняя её вибрированием, штыкованием, добиваясь, чтобы стык целиком заполнился бетонной смесью. При укладке бетонной смеси следят за тем, чтобы не было смещения арматуры в бетоне и выдерживалась требуемая толщина защитного слоя. В процессе вибрирования бетонная смесь выходит из рыхлого состояния и приобретает подвижность благодаря уменьшению трения между частицами. Вследствие этого щебень и гравий также приходят в движение и распределяются в бетонной смеси более равномерно, что приводит к увеличению плотности и прочности бетона.