

# **1. Компоновка конструкций одноэтажных полнокаркасных промышленных зданий.**

## **1.1. Правила компоновки.**

Компоновка выполняется с целью определения и назначения номинальных и конструктивных размеров конструкций и их взаимного расположения друг относительно друга в плане и по высоте в системе здания. Компоновка включает в себя схемы расположения в плане: плит и ригелей покрытия; колонн и подкрановых балок; связей; фундаментных балок и фундаментов; стен. В компоновку также включаются: схемы расположения стен на фасадах; продольный и поперечный разрезы; узлы сопряжения и опалубочные чертежи конструкций. Если здание имеет подстропильные конструкции и фонари, то они также отражаются в компоновке в схемах расположения, продольных и поперечных разрезах, узлах. Одноэтажные промышленные здания могут иметь разные высоту и отметку пола в пределах одного температурного блока (отсека), разные высоту и взаимное расположение температурных блоков (отсеков – часть здания между температурными швами) здания. Все это отражается на схемах расположения, разрезах и узлах компоновки. Величины пролетов, шагов, высота и длина здания, наличие фонарей, взаимное расположение блоков (отсеков) зависит от технологического процесса, происходящего в промышленном здании, и размещения оборудования. Выполнение описываемых правил компоновки для бесфонарных бескрановых и с мостовыми кранами зданий без перепадов высот с одинаковым шагом всех колонн, без подстропильных конструкций при расположении блоков (отсеков) один за другим можно увидеть на листах 1 – 32. При этом, из-за сокращенного объема чертежей в курсовом проектировании, схемы расположения совмещены, а часть конструкций (стены, фундаментные балки, фундаменты) не показаны.

В пособии рассмотрены здания без вставок между блоками. При примыкании по продольной оси блоков (отсеков, отделенных температурными швами) зданий с разными высотами между осями в температурном шве устраиваются вставки с размерами от 300 до 1100 мм, а при одинаковых высотах вставки имеют размеры от 500 до 1000 мм. При примыкании блоков зданий с взаимно перпендикулярным их расположением вставки устанавливаются с размерами от 250 до 850 мм, а при примыкании пристроек к основным пролетам размеры вставок колеблются от 380 до 970 мм. Размеры вставок определяются толщиной стен (160, 200, 240, 300, 400 и 500 мм), а также привязкой продольных разбивочных осей 0 или 250 мм.

Для одноэтажных промышленных зданий разработаны типовые конструкции, которые могут применяться в любом одноэтажном промышленном здании при совпадении характеристик типовой конструкции и характеристик конструкции требуемой для здания. Разработки типовых конструкций с чертежами, применяемые в установленные для каждой из них сроки, отражены в сериях, ГОСТ или ТУ. Часть серий типовых конструкций указана ниже. Типовые чертежи колонн разработаны в сериях: КЭ-01-49; КЭ-01-52; КЭ-01-55; 1.423; 1.424.1; 1.427.1; 1.030.9 и других. Фундаменты под отдельные колонны – в сериях 1.412. Стеновые панели отражены в сериях: СТ-02-19/68; 1.432; 1.030.1.

Балки покрытия в сериях: ПП-01/64; ПП-01-03/64; ПК-01-06; ПК-01-115; 1.462; 1.462.1 и ГОСТ 20372-74. Фермы - в сериях: ПП-01-02/68; ПП-02-04/68; ПК-01-110/68; ПК-01-129/68; ПК-01-140; ПК-01-110/81; 1.463.1-1.463.10; 1.063.1-1 и ГОСТ 20213-74 (89).

Плиты покрытия – в сериях: 1.465; 1.465.1; 223; ПК-01-88 и ГОСТ: 22701.0-77; 22701.5-77; 22701.6-79; 9491. Подкрановые балки - в сериях: КЭ-01-50; 1.426.1.

Фундаментные балки – в сериях: КЭ-01-53; 1.415-1. Обвязочные балки и переемычки – в серии КЭ-01-58 и ГОСТ 24893.2-88.

Правила компоновки будем рассматривать применительно в основном к имеющимся примерам.

Разработка схем расположения конструкций в плане начинается с нанесения разбивочных осей, после определения шагов и пролетов в зависимости от технологического процесса и расположения оборудования в здании. Длина температурного блока (отсека) для одноэтажного промышленного здания (ОПЗ) должна быть не более 60 м, а с учетом допускаемого увеличения на 20% - не более 72 м. Устанавливаем (рисуем) основные колонны в пересечении продольных и поперечных осей, разделяя здание на блоки с размерами не более 72 м и принимая соответствующие правила привязки. Колонны серединами сдвигаются от крайних и "температурных" поперечных разбивочных осей на 500 мм внутрь блока, а для остальных колонн разбивочные поперечные оси совпадают с их центрами тяжести сечения. Средние разбивочные оси идут по центру сечения колонн, крайние оси располагаются либо по наружным граням (нулевая привязка  $b_1=0$ ), либо сдвигаются внутрь колонн на 250 мм.  $B_1=0$  принимается при шаге  $B=6$  м, грузоподъемности кранов  $Q \leq 30$  т и отметке верха колонн менее 16,2 м. Привязка  $b_1=0$  для бескрановых зданий принимается всегда. В высоких зданиях с тяжелыми кранами возможна привязка  $b_1=500$  мм. Колонны торцевого фахверка наружными гранями располагаются по первой и последней поперечным осям. По наружным граням основных торцевых колонн устанавливаются металлические приколонные стойки фахверка. Колонны фахверка устанавливаются с шагом равным длине стеновых панелей. В зданиях с мостовыми кранами на консолях колонн располагаются подкрановые балки, имеющие длину 6 м при  $B=6$  м или 12 м при  $B=12$  м, на расстоянии 750 мм от разбивочных продольных осей. В середине температурного блока между крайними и средними колоннами устанавливаются вертикальные связи (связевая панель), достигающие верха колонн в бескрановых зданиях и низа подкрановых балок в зданиях с кранами. На колонны серединой по поперечной оси (кроме крайних и температурных, сдвинутых на 500 мм) располагаются стропильные конструкции (балки при  $L \leq 18$  м, фермы или арки при  $L > 18$  м). Балки могут применяться и при больших пролетах до 24 м.

Стропильные конструкции (балки, фермы, арки) опираются на колонны через центрирующую прокладку ось, которой проходит на расстоянии 150 мм от продольной разбивочной оси. В вырезы прокладки по ее оси пропускаются анкерные болты из колонны с помощью которых прокладка, приваренная к стропильной конструкции, прожимается гайками к колонне и приваривается.

Иногда опирание фермы центрируют на расстоянии 170 мм от разбивочной оси. В схеме продольного разреза все конструкции показываются одной линией (лист 1). При шаге колонн  $B=6$  м устанавливаются крестовые связи, а при шаге  $B=12$  м – порталные. В бескрановых зданиях вертикальные связи по колоннам могут не устанавливаться. По торцам стропильных конструкций при высоте их на опоре 800 – 900 мм связи можно не устанавливать. При больших горизонтальных усилиях по верху колонн устанавливают распорки, а при большой высоте опорных частей стропильных конструкций (фермы с параллельными поясами) – вертикальные связевые фермы в уровне опор. При наличии фонарей могут устанавливаться распорки и горизонтальные связевые конструкции по ригелям покрытия. Иногда при больших нагрузках и подстропильных конструкциях горизонтальные связевые фермы могут устанавливаться по торцам здания в уровне подкрановых балок. Все связи должны определяться расчетом. В поперечном разрезе (листы 1, 7, 17) определяются: расположение конструкций по высоте; длина колонн. Расстояние от заданной отметки верха головки рельса до отметки верха колонны определяется высотой крана (2300 мм при  $Q=15$  т, 2400 мм при  $Q=20$  т, 2750 мм при  $Q=30$  т, 3150 мм при  $Q=50$  т) и зазором между верхом тележки крана и низом ригеля покрытия, принимаемым не менее 100 мм. Если к этому расстоянию прибавить высоту рельса ( $h_p=120$  мм при  $Q=10$  т,  $Q=20$  т,  $Q=30$  т и  $h_p=130$  мм при  $Q=50$  т) и высоту подкрановой балки ( $h_{пб}=1000(800)$  мм при  $B=6$  м и  $h_{пб}=1400$  мм при  $B=12$  м), то получим высоту надкрановой части колонны. Высота подкрановой части колонны определяется разностью отметки головки рельса и суммарной высоты рельса и подкрановой балки. Длина колонны есть сумма высот подкрановой и надкрановой частей, 150 мм (расстояние от отметки пола до верха фундамента) и расстояния заделки колонны в фундамент ( $h_3$ ). Колонны, подкрановые балки и ригели покрытий располагаются относительно продольных осей в соответствии с планом. Ширина подкрановой балки составляет: 550 (600) мм при  $B=6$  м; 650 мм при  $B=12$  м, а расстояние от оси рельса до торца крана: 260 мм при  $Q \leq 20$  т; 300 мм при  $Q \leq 50$  т. Подкрановая балка, при размещении ее оси на 750 мм (в наших случаях) от разбивочной должна, вмещаться по ширине не задевая колонны, а между торцом крана и внутренней гранью надкрановой части колонны должен быть зазор не менее 75 мм. Толщина навесных стеновых панелей принимается в зависимости от климатического района по теплотехническому расчету для отапливаемого здания. По высоте стены и остекление разбиваются на ярусы по 1,2 м и 1,8 м, начиная от отм. +0,000 (верх фундаментной балки). При организованном водостоке верх стен должен быть выше верха покрытия на 20-40 см. Стеновые панели над верхом остекления опираются на колонны через опорный столик. Вышерасположенные стены и остекление до его верха опираются на нижнюю панель и крепятся от боковых смещений к колонне.

Сплошные колонны применяют при отметке верха 10,8 м и грузоподъемности крана до 20 т включительно, а для зданий без мостовых кранов сплошные колонны применяются всегда до отметки 14,4 м включительно (выше применяются стальные). Сечения сплошных колонн бескрановых зданий назначают: крайних – от 300x300 мм до 500x500 мм и до 400x800 мм; средних – от

300x300 мм и до 500x600 мм и до 400x800 мм. Средние колонны до  $h=600$  мм в верхней части, снабжены симметричными двусторонними консолями, увеличивающими площадки опирания. Длина колонн определяется участком колонны, располагаемым ниже отметки 0,000 м равным 900 мм (150 мм пол и 750 мм заделка) в фундамент и участком колонны от отм. 0,000 м до верха колонны, принимаемыми равными (3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 м). Сечения сплошных колонн зданий с мостовыми кранами принимают:  $h_{\text{вк}}=380$  мм,  $h_{\text{вс}}=600$  мм,  $b=400$  мм – при  $V=6$  м;  $h_{\text{вк}}=h_{\text{вс}}=600$  мм,  $b=500$  мм – при  $V=12$  м;  $h_{\text{нк}}=h_{\text{нс}}=(1/10 - 1/14) H_{\text{н}}$  – при  $V=6$  м и 12 м с округлением до 100 (600 мм и 800 мм). Обозначения:  $h_{\text{вк}}$  – высота сечения верхней части крайней колонны;  $h_{\text{вс}}$  то же средней колонны;  $h_{\text{нк}}=h_{\text{нс}}$  то же нижней части крайней и средней колонны;  $b$  – ширина сечения. Вылет консоли от внутренней грани колонны – 1000 мм при  $V=6$  м и 1050 мм при  $V=12$  м, а высота вертикальной грани консоли составляет  $h_{\text{к}}=600$  мм при  $Q \leq 10$  т и отметке рельса  $h_{\text{кр}} \leq 8,4$  м и  $h_{\text{к}}=900$  мм при  $Q \geq 10$  т (наклонная грань консоли под  $45^\circ$ ). Заделка ( $l_3$ ) от верха фундамента до торца колонны принимается как максимальная величина из:  $h_{\text{н}} \leq l_3 \leq 1,4h_{\text{н}}$ ; условий анкеровки арматуры колонны  $l_{\text{ан}}$  от  $20d_s$  (от  $10d_s$ ) до  $30d_s$  (до  $18d_s$ ) для растянутой (сжатой) ветви; типового размера заделки.

Сечения сквозных колонн принимают: в верхней надкрановой части как для сплошных, а  $b=400$  и 500 мм при  $V=6$  м и  $b=500$  мм и 600 мм при  $V=12$  м и  $h_{\text{вс}}$  в высоких колоннах увеличивают до 700 мм; в нижней подкрановой части:  $h_{\text{нк}}=1000 - 1400$  мм;  $h_{\text{нс}}=1400 - 1900$  мм; высота сечения ветви  $h_{\text{в}}=250$  мм при  $V=6$  м и 300 мм при  $V=12$  м; толщина распорки –  $h_{\text{р}}=(1,5-2)h_{\text{в}}$ ; расстояние между распорками  $l_{\text{р}}=(8-10)h_{\text{в}}$ ; расстояние от пола до низа первой распорки должно быть не менее 1,8 м; расстояние от оси до центра подкрановой балки – 750 мм, а до вертикальной грани консоли 1050 (1100) мм; толщина верхней распорки составляет от 700 мм до 1050 мм. Заделка принимается как максимальная величина из: при  $h_{\text{н}} \geq 1,2$  м  $l_3=0,5+0,33h_{\text{н}} \leq 1,2$  м; при  $h_{\text{н}} < 1,2$  м  $l_3=h_{\text{н}}[1-0,8(h_{\text{н}}-0,9)] \leq 1,2$  м;  $l_{\text{ан}}$  от  $25d_s$  ( $10d_s$ ) до  $35d_s$  ( $18d_s$ ) для растянутой (сжатой) ветви.

Ригели покрытия имеют конструктивную длину на 50 – 60 мм ( $2 \cdot 30$ ) меньше номинальной (в осях). Балки скатных покрытий имеют высоту: 600 и 800 мм – односкатные при пролете ( $L$ ) 6 м и 9 м; 400 и 600 мм на опоре, 650 и 975 мм в пролете – двускатные при пролете ( $L$ ) 6 и 9 м; 900 мм на опоре, 1390 и 1640 мм в пролете (уклон 1:12) соответственно двускатные решетчатые (БДР) при пролетах  $L=12$  м и  $L=18$  м; 900 и 1200 мм при  $L=12$  м балки односкатные (БО) (уклон 1:20) и плоские (БП) с параллельными поясами; 1500 мм при  $L=18$  плоские. Высота балок в общем случае принимается  $(1/10 - 1/15)L$ , ширина сечения по верху  $b=(1/50 - 1/60)L$ , а толщина стенки 60-100 мм (для балок таврового сечения) из условия размещения арматуры и формования (в горизонтальном и вертикальном положениях соответственно), и от 200 до 280 мм для балок БДР (постоянная толщина стенки и всей балки). Сегментные и арочные фермы покрытий имеют высоту на опоре 900 мм, а в середине пролета  $(1/7-1/9)L$  для сегментных и  $(1/6-1/8)L$  для арочных. Типовые фермы с параллельными поясами (18 и 24 м) имеют высоту 2,7 м. Конструктивная длина ферм на 60 мм меньше номинальной. Длина панелей верхнего пояса принимается равной 3 м

из условия узлового опирания плит покрытия (3x6 м, 3x12 м). Возможно внеузловое опирание плит шириной 1,5 м. Ширина верхнего и нижнего поясов ферм принимается: 200 – 250 мм при В=6 м; 300 – 350 мм при В=12 м. Остальные размеры балок и ферм следует принимать по аналогии с приведенными примерами из условия размещения арматуры, технологии изготовления и по расчету. Размер панели нижнего пояса составляет около 6 м. На балки покрытия так же могут устанавливаться ребристые плиты шириной 3 и 1,5 м.

Колонны фахверка, располагаемые наружной гранью по оси с зазором 30 мм, устанавливаются шарнирно на отдельные фундаменты и крепятся поверху металлической изогнутой пластиной в месте стыка верхнего пояса ригеля и плиты покрытия. Фахверковые колонны могут быть цельно-железобетонными, с уменьшенным сечением на уровне ригеля покрытия, с металлическим оголовком на уровне ригеля покрытия и металлические при  $H > 9,6$  м.

Все конструкции отличающиеся друг от друга геометрией, материалами, армированием, расположением закладных деталей маркируются различными марками и индексами: КК – колонна крайняя; КС – колонна средняя; БП(Б) – балка покрытия; ПП(П) – плита покрытия; Ф – фундамент; С(ВС) – связь (вертикальная); КФ – колонна фахверка; ПБ – подкрановая балка; ФС(ФСП) – ферма стропильная (с параллельными поясами); КЖС – крупноразмерная сводчатая плита покрытия.

## 1.2. Порядок выполнения компоновки.

Компоновка выполняется согласно описанных правил на миллиметровой или белой бумаге с помощью линейки или от руки в следующем порядке, или в графическом редакторе.

1. В зависимости от размеров принимают типы конструкций. Выполняется схема расположения колонн, подкрановых балок, вертикальных связей, ригелей покрытия, плит покрытия (возможно стен) в последовательности монтажа:
  - 1.1. Наносятся и маркируются продольные и поперечные оси.
  - 1.2. Размещают: основные колонны (с учетом выбранных привязок и температурных швов); фахверковые колонны (с учетом размеров стен и проемов ворот); подкрановые балки; вертикальные связи. На второй половине плана (второй температурный блок или часть его) показывают расположение ригелей и плит покрытия.
  - 1.3. Все сборные конструкции маркируют.
2. Вычерчивается схема поперечного разреза здания с маркировкой конструкций, просчетом и нанесением отметок и размеров.
3. Вычерчивается схема продольного разреза здания по одной из продольных осей.
4. Разрабатываются и наносятся узлы "колонна – ригель", "колонна – подкрановая балка" и "колонна – фундамент". Возможно отражение узлов соединения стеновых панелей с колонной, фундаментной балкой и фундаментом и ригелем покрытия.

5. Выполняются опалубочные чертежи крайней и средней колонн, плит и ригеля покрытия (балка, ферма, арка).