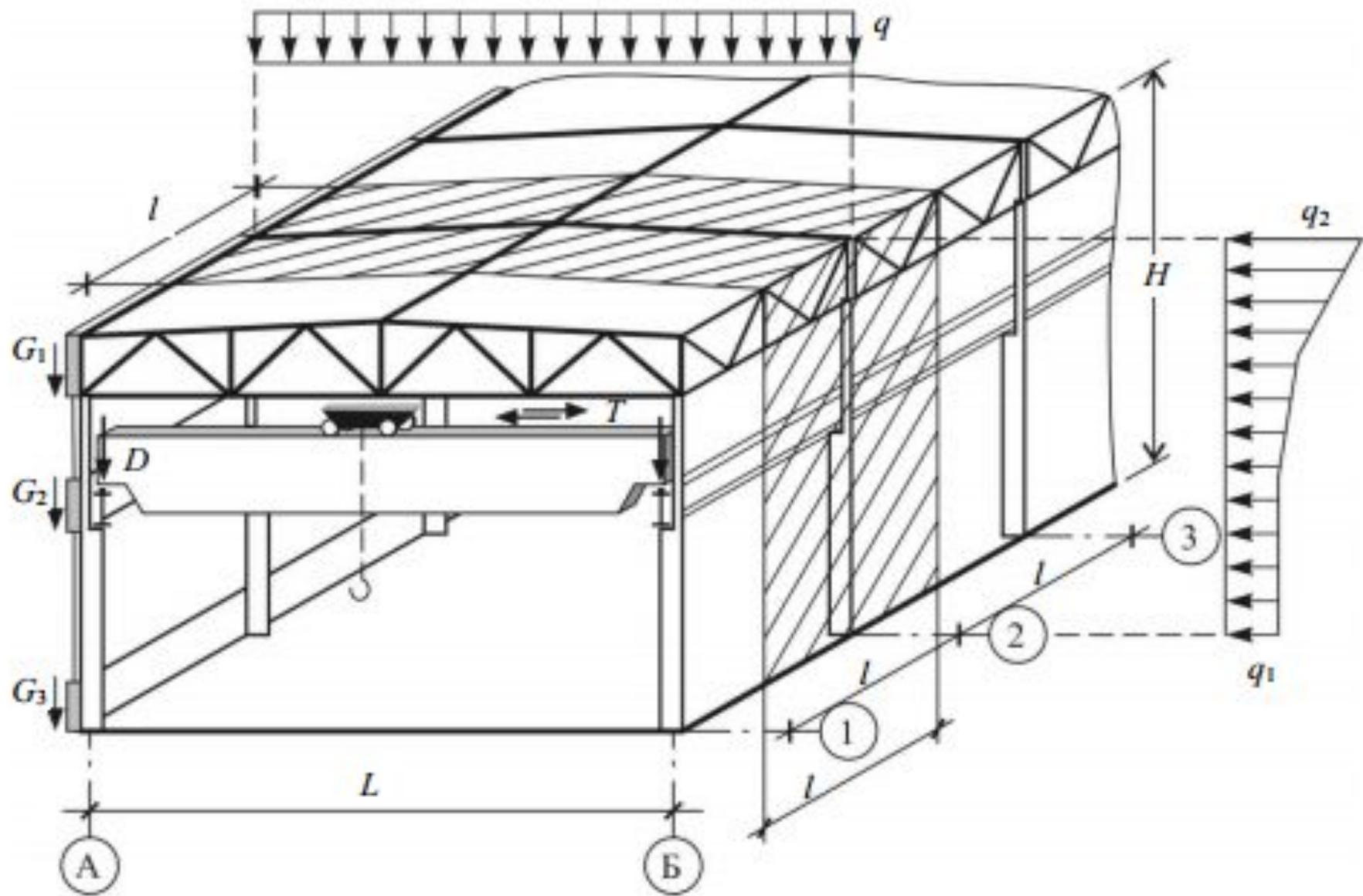


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

КОМПОНОВКА ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ



a



Исходными данными для компоновки каркаса является задание

1 Место строительства

2 Длина здания, м

3 Пролет цеха, м

4 Шаг рам, м

5 Данные о крановом оборудовании (ГОСТ 25711-83, ГОСТ 6711-81):

5.1 Тип крана - мостовой электрический

5.2 Количество два

5.3 Грузоподъемность, т

5.4 Отметка головки подкранового рельса, м

5.5 Режим работы

6 Колонна

ступенчатая сквозная

7 Материал несущих конструкций по указаниям СП16.13330.2017

8 Тепловой режим эксплуатации здания

отапливаемое,
неотапливаемое

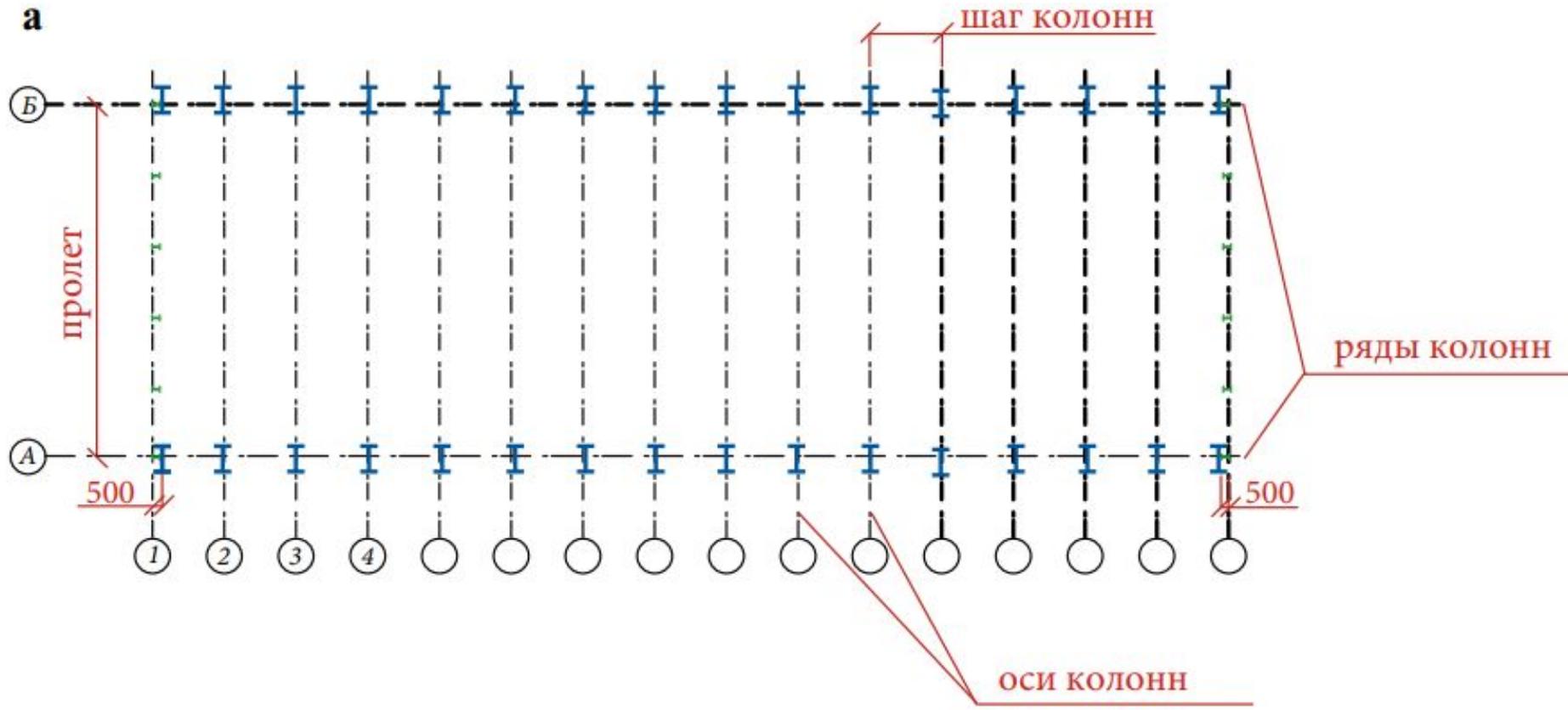
9 Стены

навесные

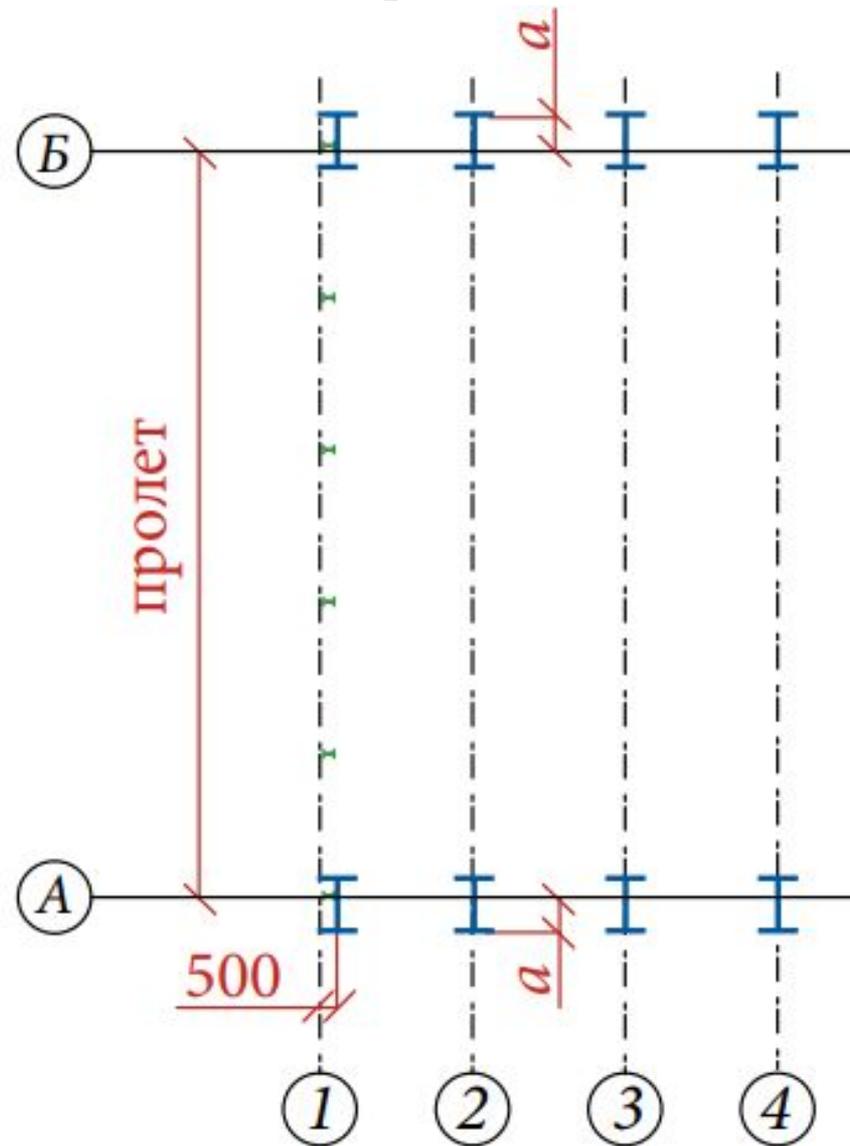
10 Утеплитель

<i>1 Компонировочная схема каркаса</i>	<i>4%</i>
<i>2 Назначения разрушающих усилий</i>	<i>14%</i>
<i>3 Расчет и конструирование колонны</i>	<i>22%</i>
<i>4 Расчет и конструирование сквозного ригеля</i>	<i>20%</i>

a



Привязки колонн к разбивочным осям



Существуют унифицированные привязки (**0, 250 мм или 500 мм**), рекомендованные для применения в одноэтажных промзданиях.

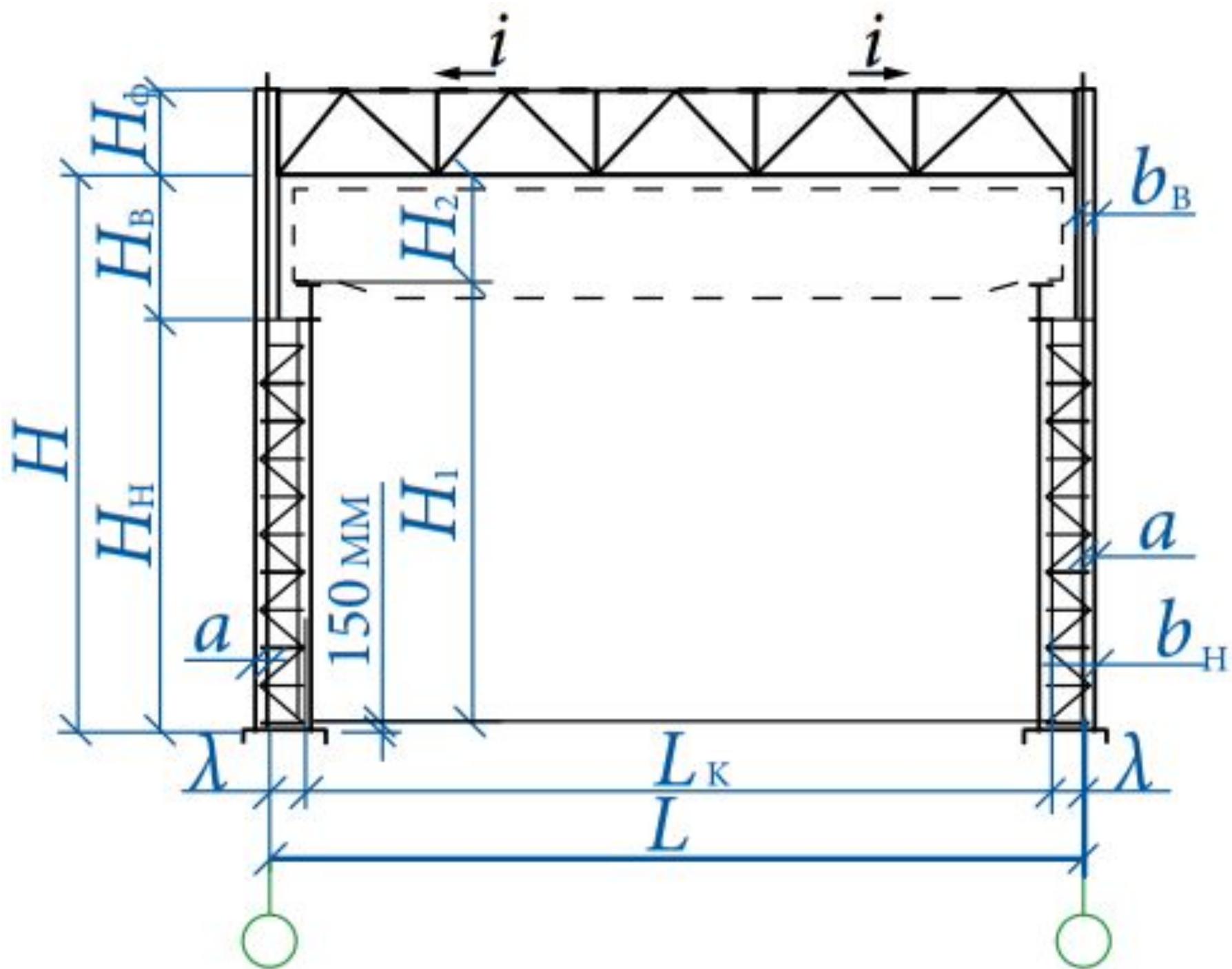
Нулевую привязку $a = 0$ мм принимаются для зданий без мостовых кранов и для невысоких зданий (высотой до 10,8м) с мостовыми кранами небольшой грузоподъемности (до 30 т).

Привязку $a = 500$ мм принимают для высоких зданий, зданий с кранами большой грузоподъемности (100 т и более), а также при наличии кранов режимов работы 7К и 8К, когда в верхней части колонн необходимы проемы для прохода.

Во всех остальных случаях принимается $a = 250$ мм.

Пределные размеры между температурными швами и связями

Характеристика объекта		Наибольшие расстояния (м) при расчетной температуре воздуха (°С)		
		3	4	
1	2			
Здания и сооружения	Направления	$t \geq -45$	$t < -45$	
Отапливаемое здание	между температурными швами	вдоль блока (по длине здания)	230	160
		по ширине блока	150	110
	от температурного шва или торца здания до оси ближайшей вертикальной связи	90	60	
Неотапливаемое здание	между температурными швами	вдоль блока (по длине здания)	200	140
		по ширине блока	120	90
	от температурного шва или торца здания до оси ближайшей вертикальной связи	75	50	



$$H_0 = H_1 + H_2.$$

$$H_2 = H_{\text{кр}} + 100 \text{ мм} + f,$$

где **$H_{\text{кр}}$** — высота мостового крана на опоре, то есть расстояние от головки кранового рельса до верхней точки тележки крана, принимаемая по стандарту на мостовые краны, либо по данным завода-изготовителя;

100 мм — минимальный зазор между верхней точки тележки крана и низом конструкций, необходимый для безопасной эксплуатации крана;

$f = 200—400$ мм — размер, учитывающий возможный прогиб конструкций покрытия в процессе эксплуатации, для больших пролетов ферм принимается большее значение.

Окончательно размер **H_2** обычно округляется в большую сторону и принимается кратным **200 мм** с последующим уточнением.

Окончательно H_0 принимается кратным **1,2 м до высоты 10,8 м**,
при большей высоте — **кратным 1,8 м** из условия применения типовых ограждающих
конструкций и колонн.

Допускается H_0 принимать кратным **600 мм**.

При необходимости увеличения параметра H_0 до кратного значения рекомендуется
размер H_2 оставлять минимально необходимым, варьируя уровень головки
подкранового рельса.

$$H_{\text{в}} = h_{\text{пб}} + h_{\text{р}} + H_2,$$

$$H_{\text{н}} = H_0 - H_{\text{в}} + 600 \dots 1000 \text{ мм},$$

$$H = H_{\text{в}} + H_{\text{н}},$$

где $H_{\text{в}}$ — высота верхней части колонны;

$H_{\text{н}}$ — высота нижней части колонны;

H — высота колонны (стойки поперечной рамы) от низа опорной плиты до низа ригеля;

$h_{\text{пб}}$ — высота подкрановой балки, которая предварительно может быть принята из расчета $1/8$ — $1/10$ ее пролета;

$h_{\text{р}}$ - высота подкранового рельса, зависящая от грузоподъемности крана, предварительно может быть принята **200 мм**;

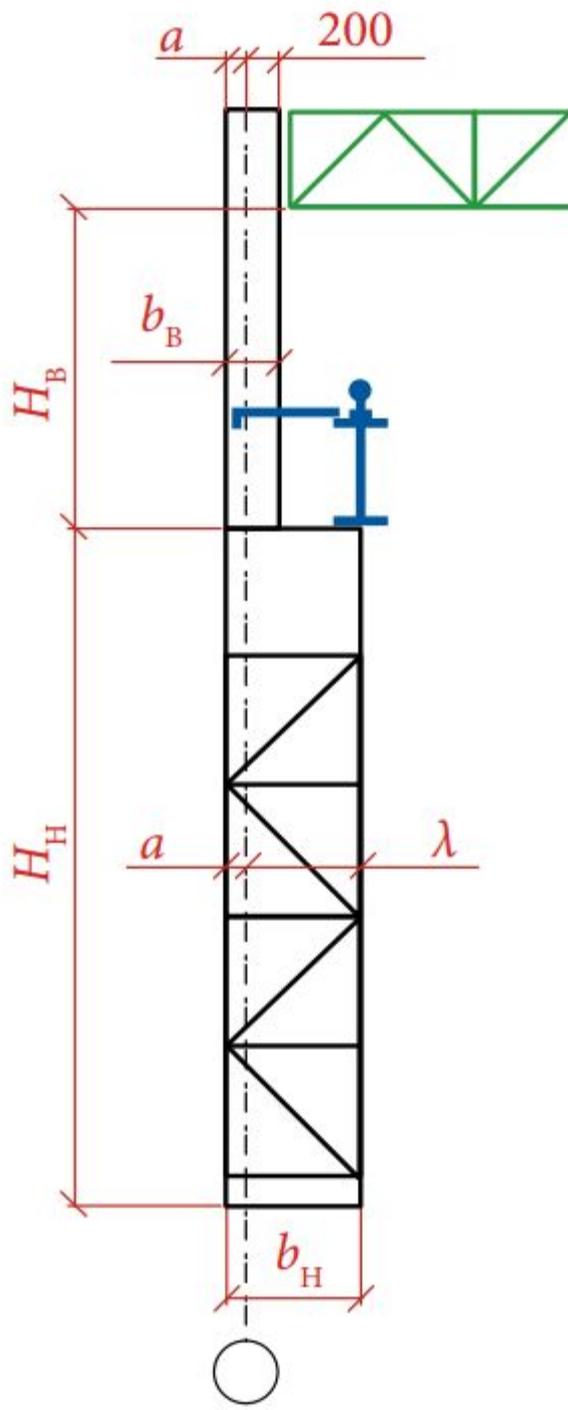
600—1000 мм— заглубление опорной плиты колонны ниже уровня нулевой отметки пола.

Высота колонны в уровне ферм покрытия (ригеля поперечной рамы) $H_{\text{ф}}$ зависит от принятой конструкции стропильных ферм.

Для типовых ферм покрытия с сечениями из парных горячекатаных уголков

принимается равной **2,25 м при пролете 18 м и**

3,15 м при пролетах 24 м и более



Ширина верхней части колонны b_B
 (высота сечения) принимается, с учетом
 унифицированных привязок
 (450 мм или 700 мм).

По условию жесткости b_B
 принимается не менее $1/12$ длины верхней части
 колонны H_B

В сквозных сечениях нижней части совмещают оси подкрановой балки и ветви сечения, расположенной под подкрановой балкой (подкрановой ветви).

Так как пролеты типовых кранов имеют модуль **500 мм**, то крановая привязка λ , которая также является привязкой подкрановой балки к разбивочной оси, назначается кратно **250 мм**,

то есть бывает **750, 1000 и 1250 мм** в зависимости от грузоподъемности крана и высоты колонны.

В этом случае ширина нижней части b_n крайней колонны определяется как сумма унифицированных привязок:

$$b_n = \lambda + a;$$

$$b_n = 2\lambda.$$

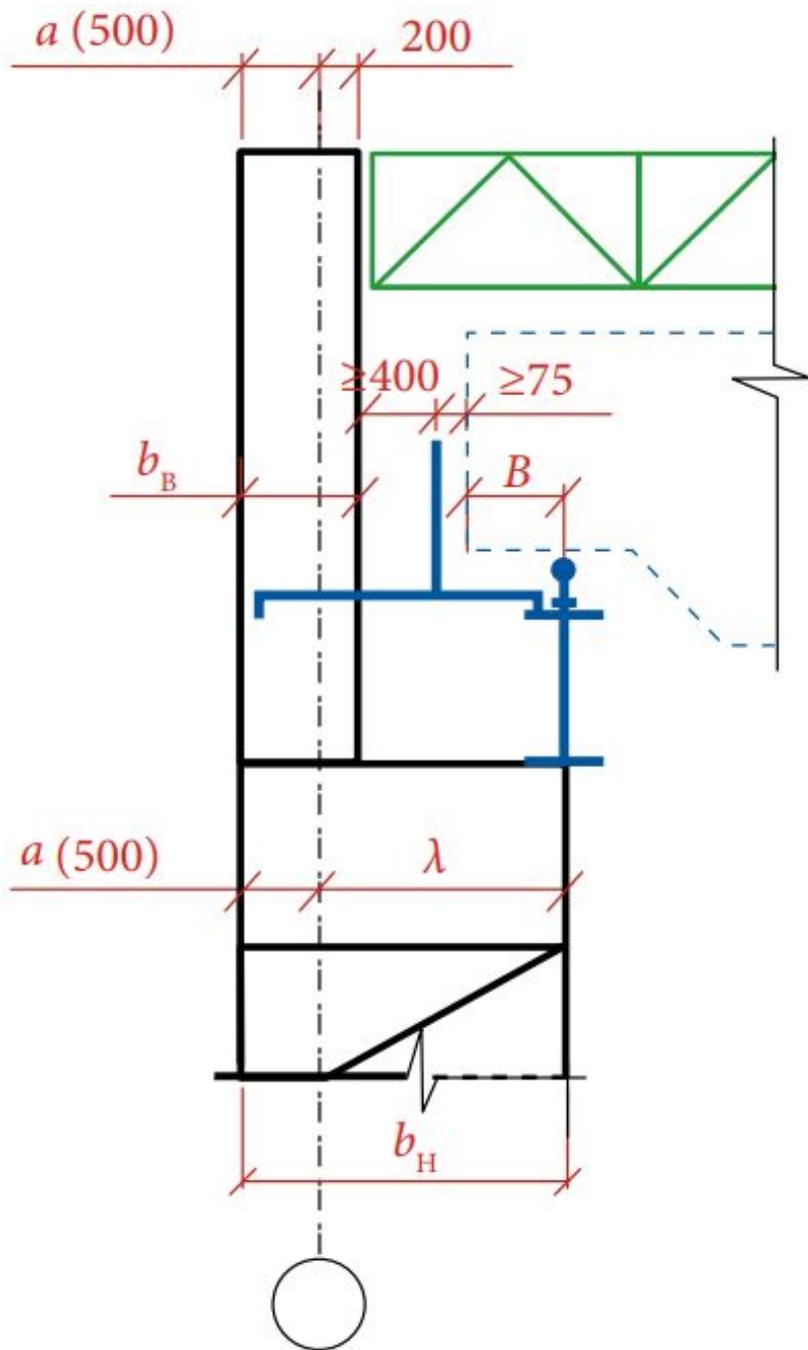
Из условий обеспечения устойчивости и жесткости поперечной рамы в целом *ширина нижней части колонны должна быть не меньше $1/20 H$,*

где H — высота колонны в целом.

В промышленных зданиях с мостовыми кранами режимов работы 6К — 8К это требование ужесточается, и *ширина нижней части колонны b_n должна быть не менее $1/15 H$.*

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами режимов работы **6К — 8К** выполняются сквозные проходы вдоль крановых путей , они должны быть *высотой не менее 1800 мм и шириной не менее 400 мм.*

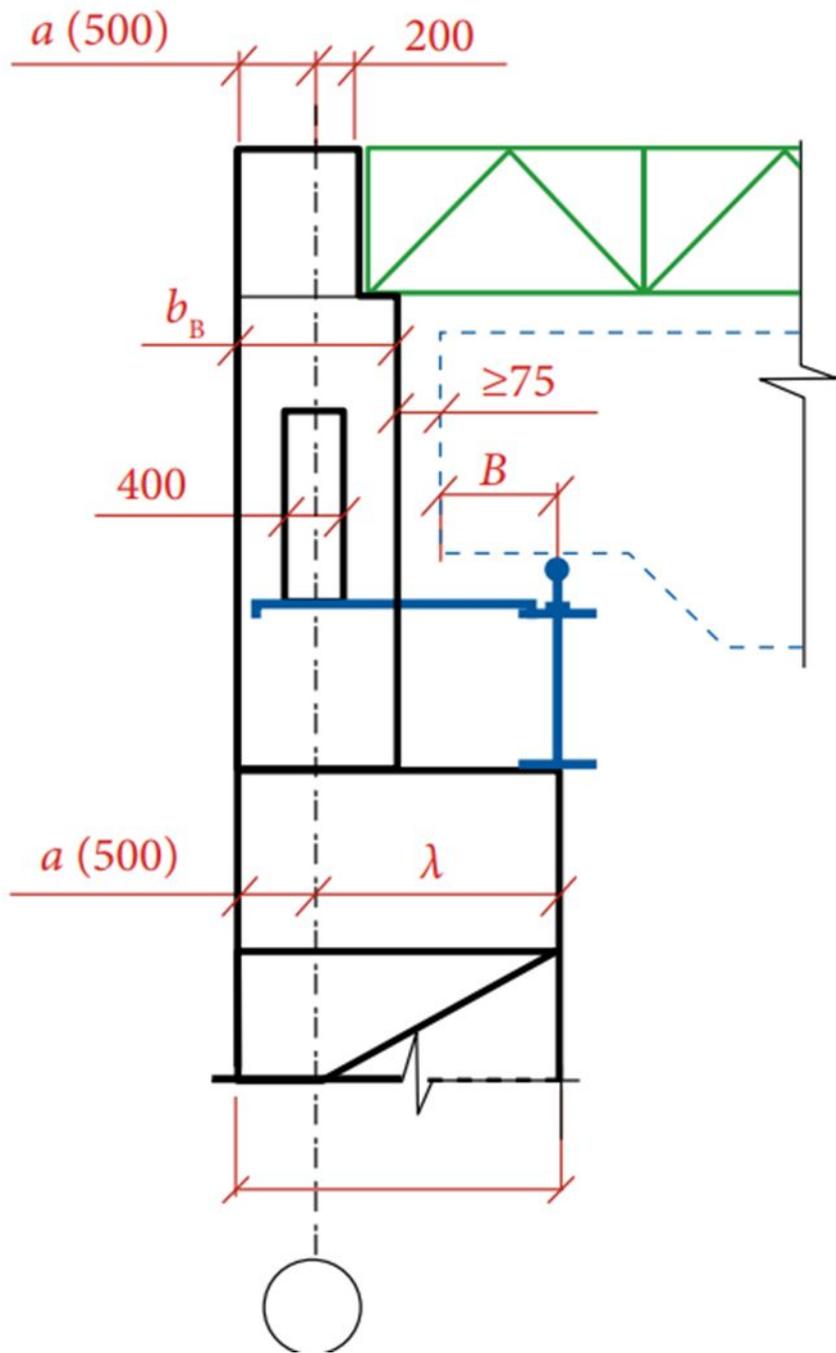
Проходы выполняются либо в свободном пространстве между внутренней гранью верхней части колонны и торцом крана , либо в виде проема в теле верхней части колонны



В первом случае, когда проход организуется между колонной и краном, крановую привязку увеличивают еще на 450 мм:

$$\lambda \geq B + (b_B - a) + 75 \text{ мм} + 450 \text{ мм},$$

где 400 мм — это ширина прохода, 50 мм оставляют на выполнение ограждение прохода

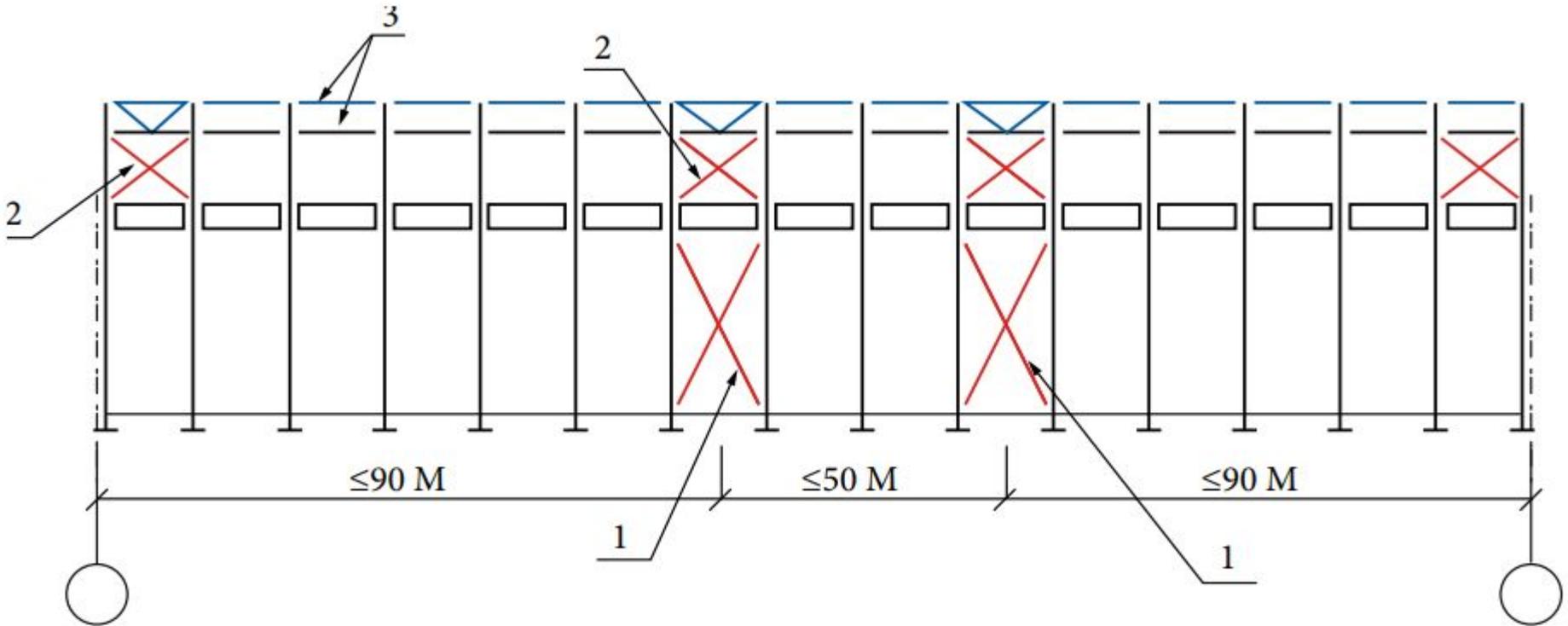


Во втором случае ширина верхней части колонны b_B должна быть не менее 1000 мм, также необходимо обеспечить, чтобы при движении мостовой кран не задевал колонны, для чего должно выполняться условие:

$$\lambda \geq B + (b_B - a) + 75 \text{ мм,}$$

где B — вылет моста крана за ось подкрановой балки;
 75 мм — минимально допустимый безопасный зазор между торцом крана и гранью колонны.

Связи по колоннам



Вертикальные связи по колоннам:

- 1 — нижние связи по колоннам (связи в подкрановой части);
- 2 — верхние связи по колоннам (связи в надкрановой части);
- 3 — горизонтальные связи по фермам;
- 4 — распорки

Связи по покрытию

Связи по (по фермам) подразделяются на

- ✓ горизонтальные связи по нижним поясам ферм;
- ✓ горизонтальные связи по верхним поясам ферм;
- ✓ вертикальные связи по фермам;
- ✓ связи по фонарям.

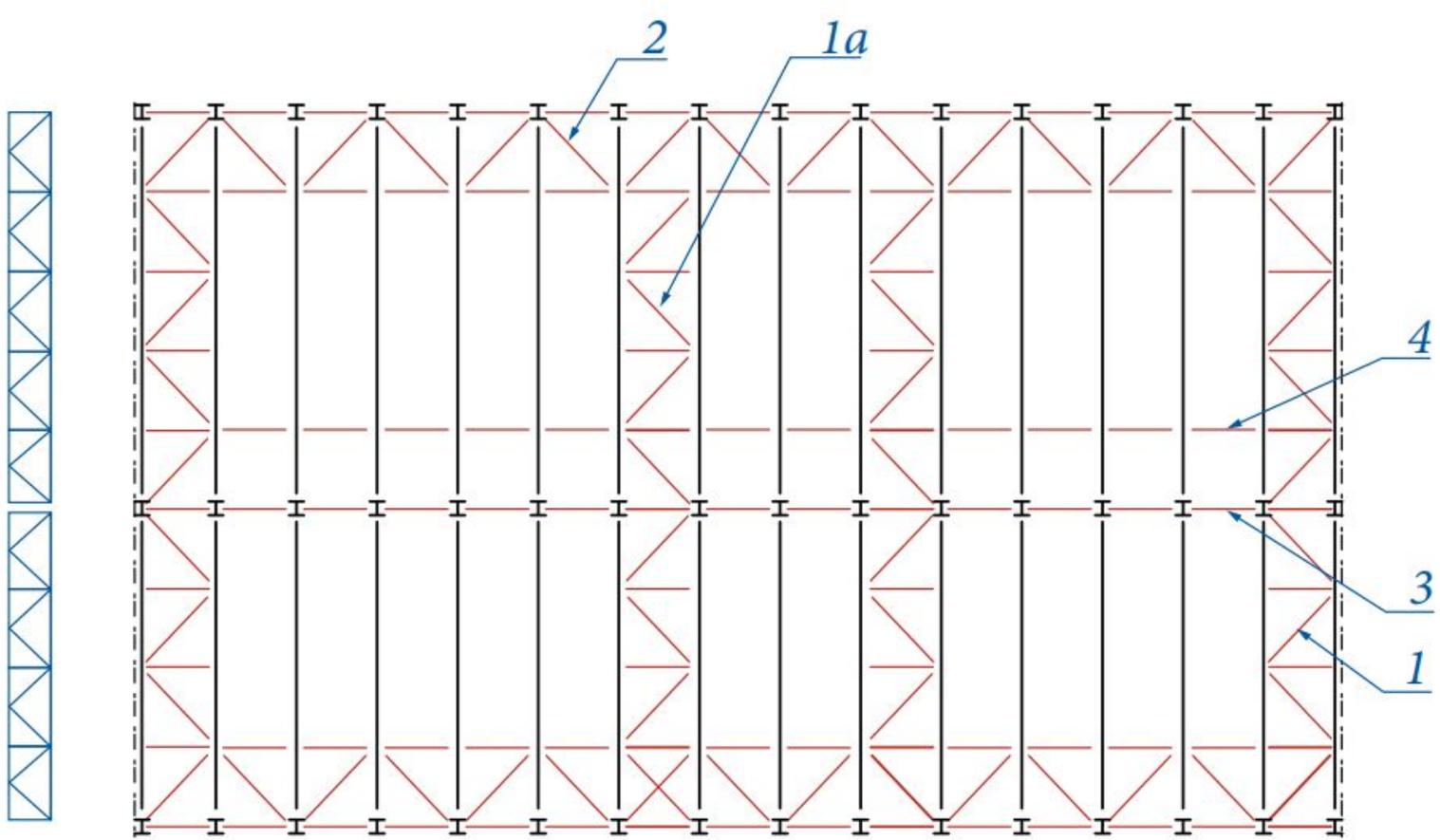


Схема горизонтальных связей по нижним поясам ферм:

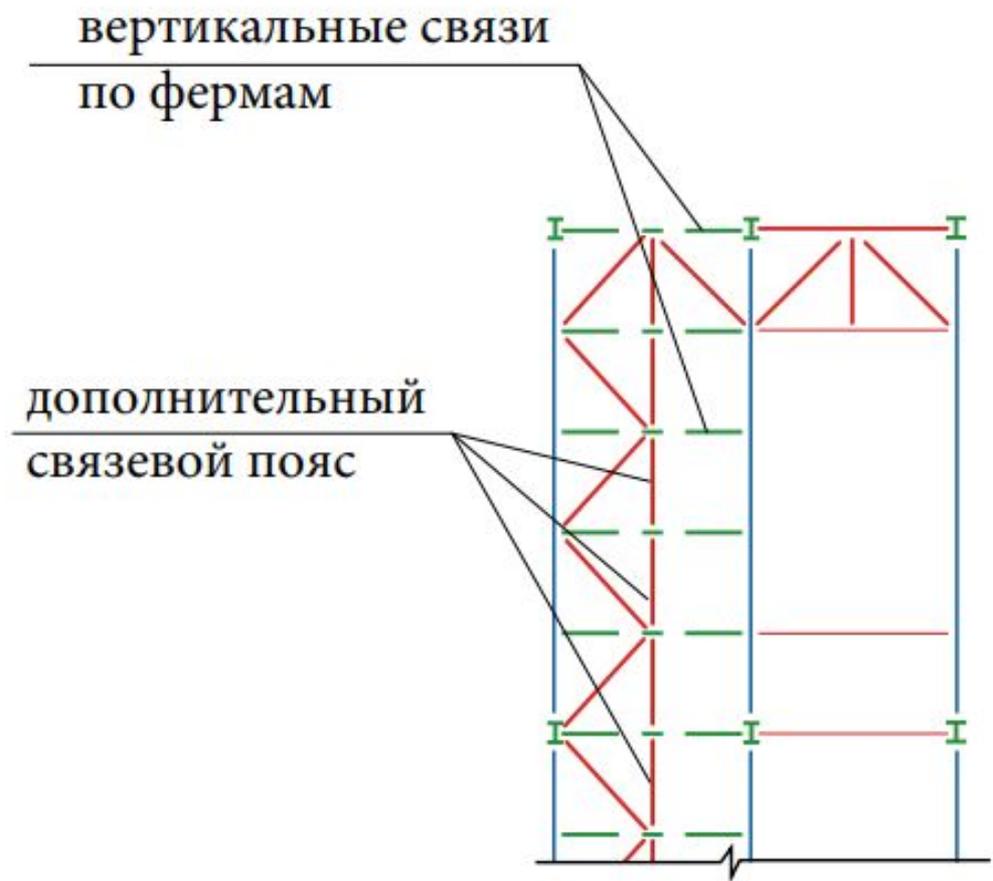
1 и 1а — поперечные связевые фермы;

2 — продольные связевые фермы;

3 — опорные распорки;

4 — растяжки

При шаге ферм 12 м для установки поперечных связей вводится дополнительный связевой пояс, который подвешивается к вертикальным связям по фермам



Решение поперечной связевой фермы при шаге ферм 12 м

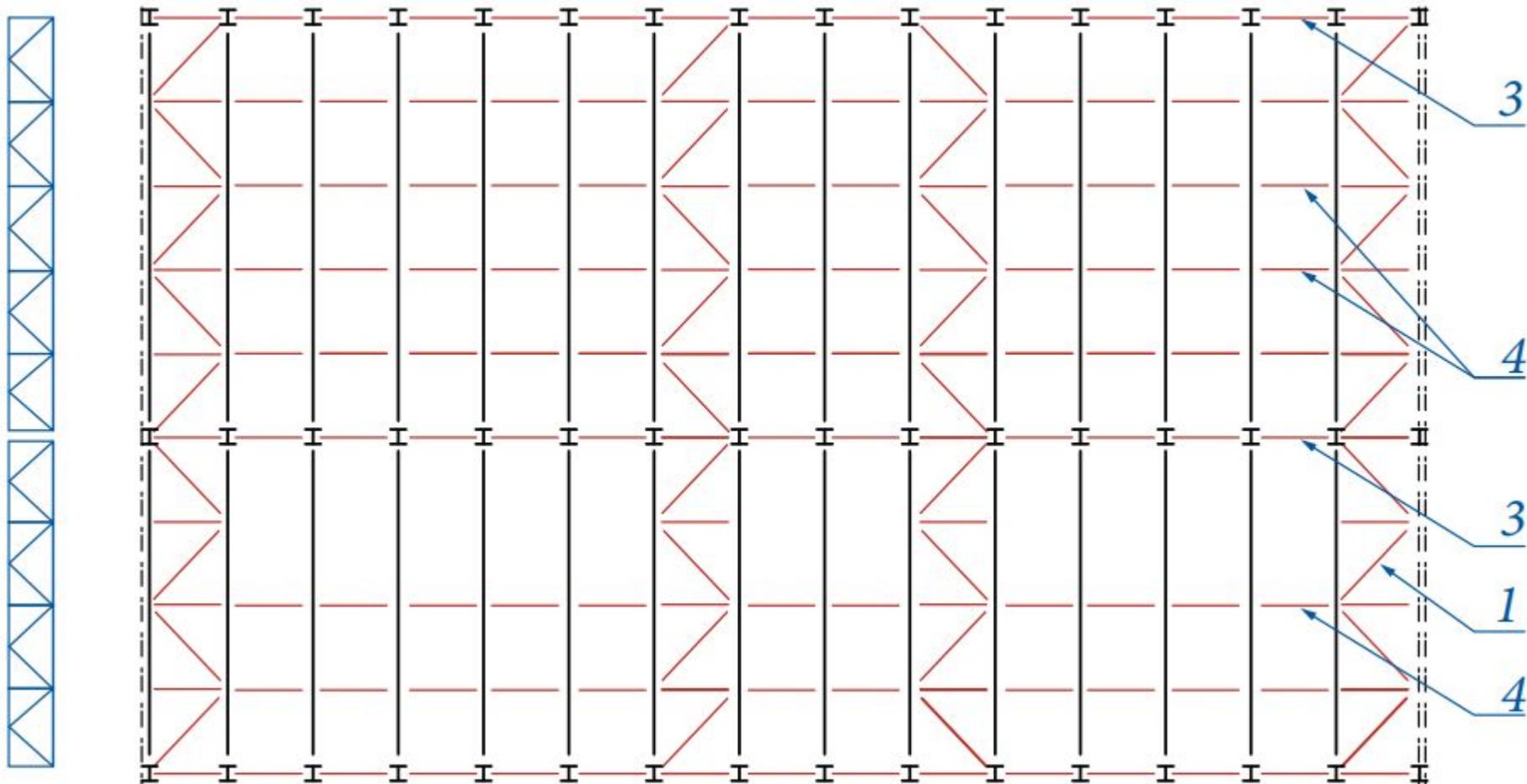
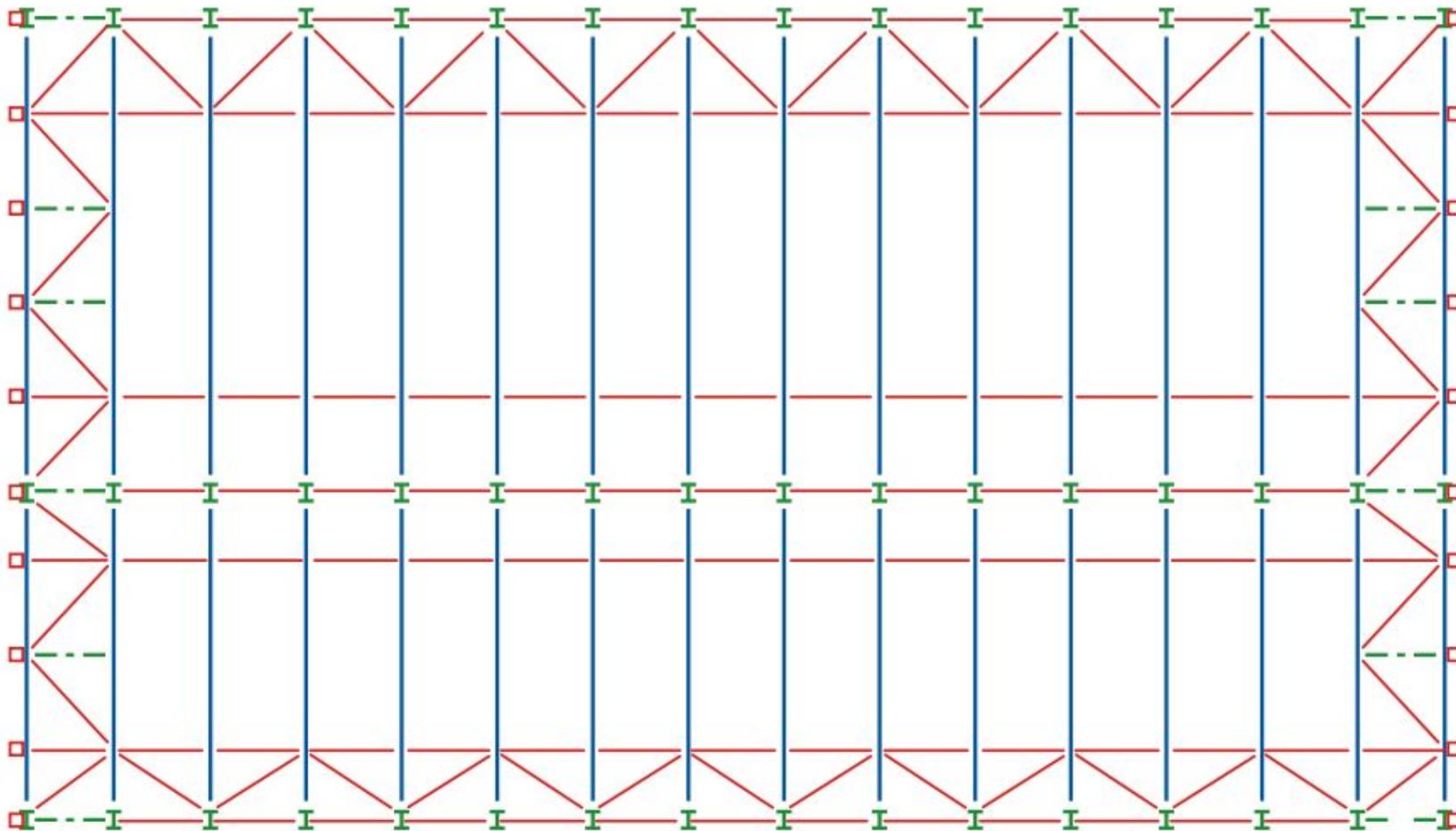


Схема горизонтальных связей по верхним поясам ферм:

1 — поперечные связевые фермы; 3 — опорные распорки; 4 — промежуточные распорки



--- вертикальные связи по фермам

Схема горизонтальных связей по нижним поясам ферм и вертикальных связей по фермам

При пролетах фермы до 24 м достаточно установить одну коньковую распорку, а при пролете фермы 30 м и более устанавливается два или три ряда распорок.

Обязательно ставятся вертикальные связи на опорах ферм (по колоннам) и в середине (при пролете до 24 м — одна коньковая связь, при пролете более 24 м — 2 или 3 вертикальных связи).

При шаге ферм 12 м вертикальные связи устанавливаются через 6 м, так как в этом случае отсутствует поперечные связевые фермы в уровне верхних поясов ферм.

Расчетная схема — это условная модель конструкции или ее отдельного элемента, которая формируется путем упрощения и идеализации реального объекта.

В строительной механике обычно рассматривают два вида сопряжения элементов друг с другом — *жесткое и шарнирное*.

Жесткое соединение обеспечивает совместность перемещений элементов в узле, в том числе и совместный поворот элементов, а *при шарнирном соединении* элементы в узле могут поворачиваться относительно друг друга.

Узлы считаются шарнирными, если взаимный поворот возможен за счет податливости соединений и самих элементов в узле .

Шарнирные соединения применяются в расчетных схемах с разной целью.

Первая — уменьшение или исключение влияния на усилия в элементах конструкции осадок (разности осадок) фундаментов, температурных воздействий, изменения нагрузок в соседних пролетах. В этом случае конструкция узла должна обеспечивать требуемую свободу поворота элементов .

Вторая цель использования шарниров в расчетных схемах — это упрощение расчета.

Чем больше жестких узлов в расчетной схеме, тем выше степень статической неопределимости схемы и, следовательно, сложнее расчет.

Введение шарниров в расчетную схему понижает степень статической неопределимости и упрощает расчет. Такой подход можно применять, когда реальная жесткость узлов не оказывает большого влияния на напряженно-деформированное состояние элементов конструкции.

Еще один параметр расчетной схемы — это *жесткость элементов*.

Различают

продольную жесткость EA ,

изгибную жесткость EI

(для пространственных схем в двух направлениях Eix и Ely), *жесткость на сдвиг GA ,*

жесткость при чистом кручении GI_t ,

секториальную жесткость EI_ω ,

где E — модуль упругости материала, A — площадь поперечного сечения,

I_x и I_y — моменты инерции сечения относительно главных осей,

G — модуль сдвига материал,

I_t — момент инерции при чистом кручении,

I_ω — секториальный момент инерции.

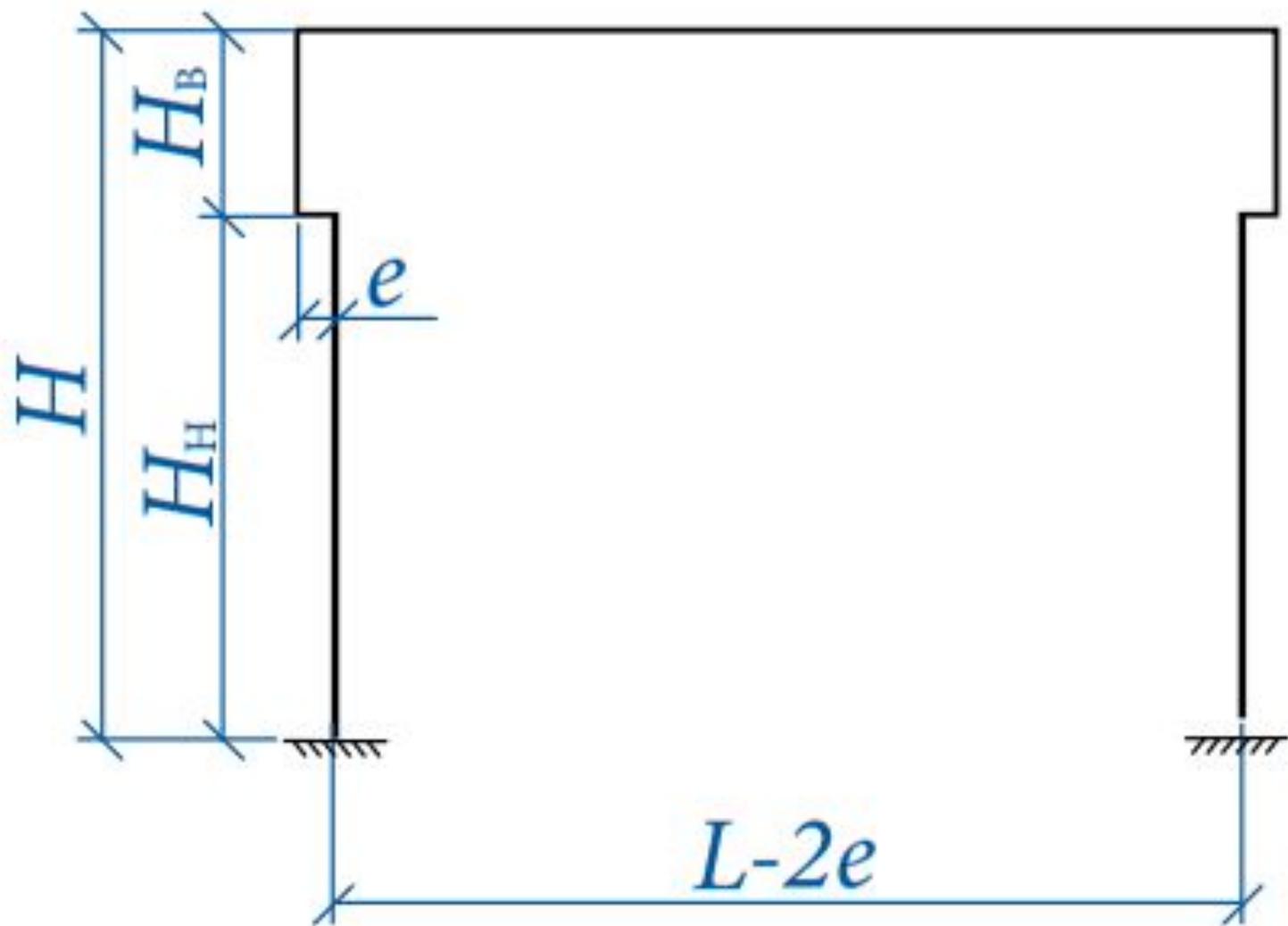
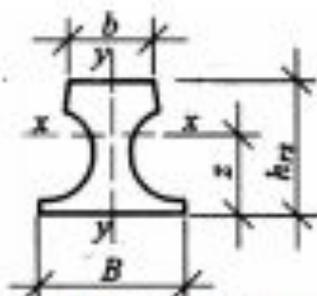


Таблица 3.1

Рельсы крановые (ГОСТ 4121-96) и железнодорожные
(ГОСТ 7173-54* и ГОСТ 7174-75)



Тип рельса	h_{rn} , мм	B , мм	b , мм	Z , мм	A_z , см ²	J_x , см ⁴	J_y , см ⁴	m , кг/м	J_{rx} , см ⁴
P38	135	114	68	68	48,9	1222,0	209,0	38,4	-
P43	140	114	70	69	56,8	1489,0	260,0	44,60	-
KP 70	120	120	70	59	67,2	1083,3	319,7	52,77	253
KP80	130	130	80	65	81,8	1523,7	468,6	64,24	387
KP100	150	150	100	76	113,4	2805,9	919,6	89,05	765
KP120	170	170	120	87	150,7	4794,2	1672,0	118,29	1310
KP140	170	170	140	87	187,2	5528,3	2609,7	146,98	2130

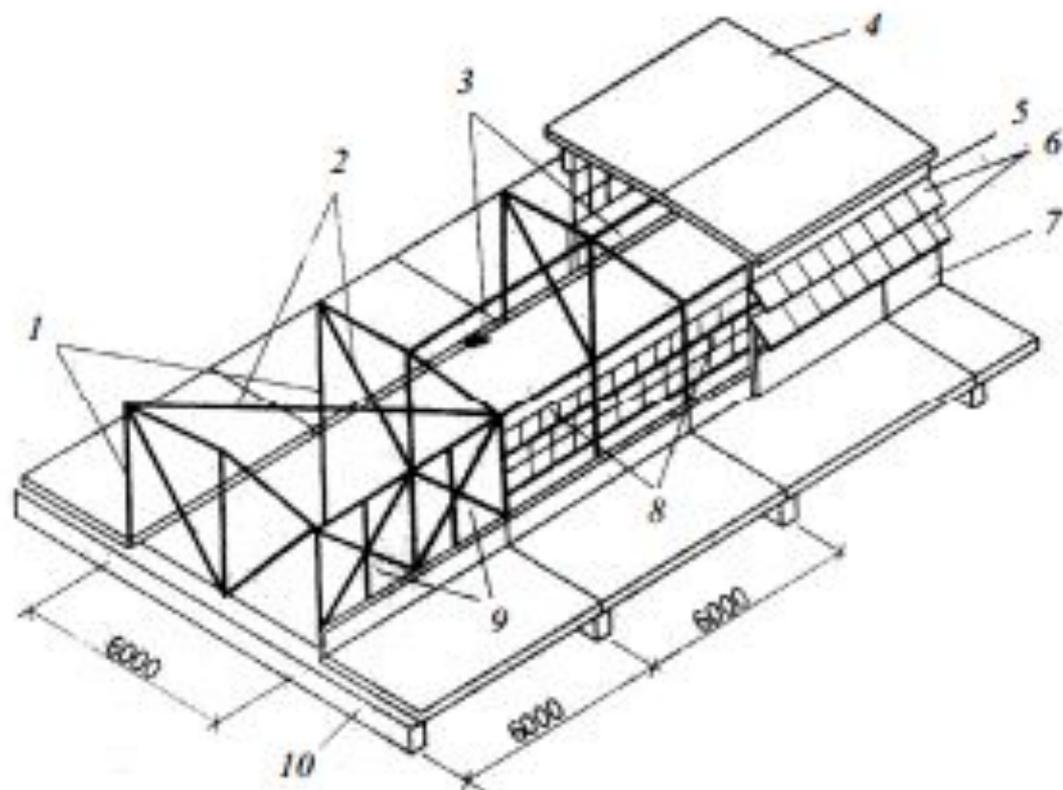


Рис. 2.45. Светозрационный фонарь:

1 – поперечные рамы фонаря; 2 – горизонтальные крестовые связи; 3 – раскосы; 4 – покрытие; 5 – карнизная панель; 6 – остекленные переплеты; 7 – бортовая панель; 8 – фонарные панели; 9 – вертикальные крестовые связи