

# Лекция № 7

## Рамные конструкции

Рамные конструкции являются одним из наиболее распространенных типов несущих конструкции. Они хорошо вписываются в поперечное сечение большинства производственных и общественных зданий.

Рамные конструкции относятся к классу распорных.

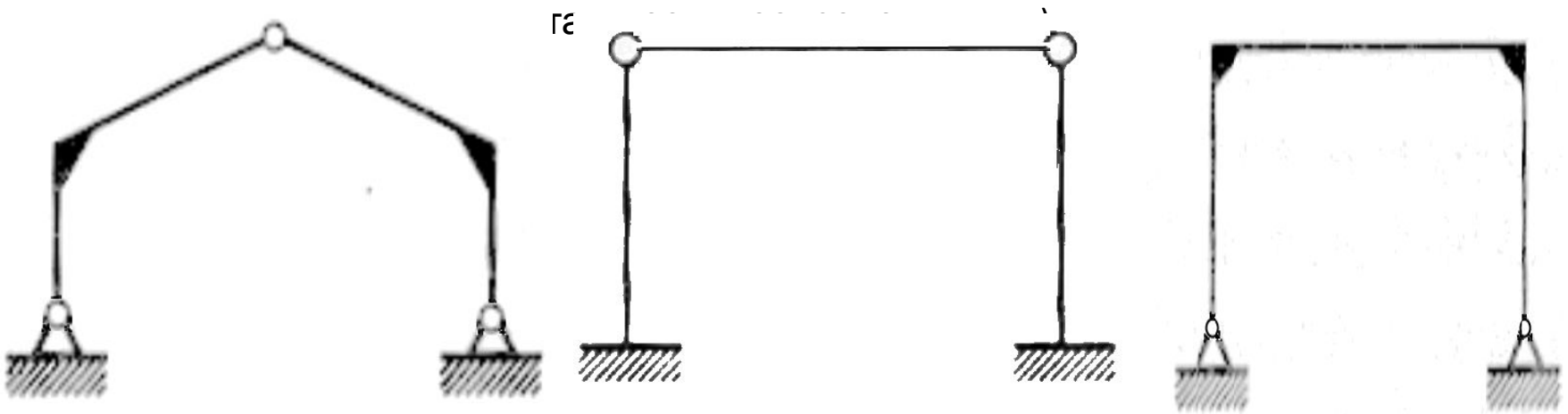
Деревянные рамы обычно применяют однопролетными при пролетах 12...30 м.

В мировой практике строительства встречаются рамы пролетом до 60 м.

## Рамы классифицируются по нескольким признакам

### По статической схеме рамы могут быть

- 1) трехшарнирными
- 2) двухшарнирными жестко опертыми
- 3) двухшарнирными шарнирно опертыми

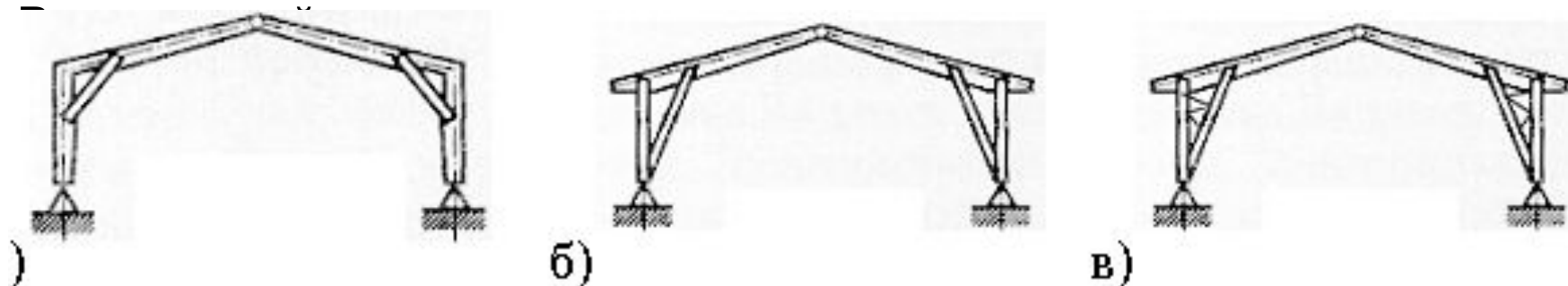


Наиболее распространенными являются трехшарнирные рамы, т.к. в статически определимых системах не происходит перераспределения усилий при деформировании под длительно действующей нагрузкой, что обеспечивает соответствие их расчетным усилиям.

- По конструктивному решению различают:

1) рамы построечного изготовления; 2) рамы заводского изготовления.

Рамы построечного изготовления из досок и брусьев собирают непосредственно на строительной площадке. В этих рамах используются преимущественно податливые виды соединений: болты, гвозди, упоры.

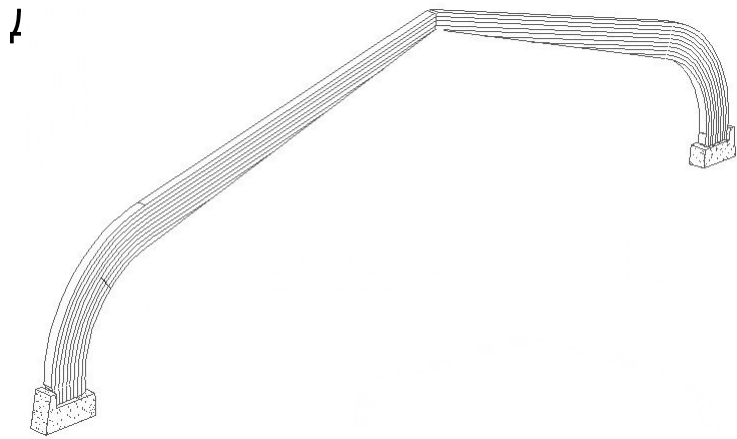


Рамы построечного изготовления отличаются большим количеством узлов и требуют больших затрат труда и высококачественных материалов, поэтому наибольшее распространение получили рамы заводского изготовления или клееные рамы.

В зависимости от технологии изготовления или используемых материалов клееные рамы можно разделить на три группы:

- 1) гнутоклееные (из склеенных по пласти досок);
- 2) дощатоклееные из прямолинейных элементов;
- 3) клеефанерные, имеющие дощатые пояса и стенки из водостойкой фанеры.

Распространенными конструкциями являются гнутоклеенные рамы прямоугольного сечения, состоящие из гнутых, склеенных по пласти,



В таких рамах для образования карнизного узла доски выгибаются, образуя плавный переход от ригеля к стойке. Таким образом, жесткий узел здесь выполняется цельноклееным, что выгодно отличает данную конструкцию от рам с карнизными узлами на податливых связях.

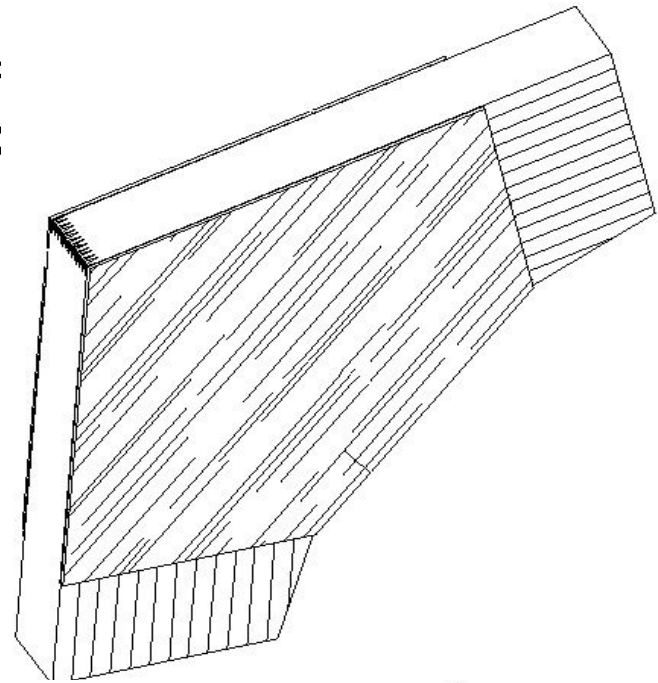
Вместе с этим гнутоклеенные рамы имеют существенные недостатки экономического порядка. В связи с необходимостью выгиба досок в узле сопряжения ригеля и стойки для этих рам необходим тонкий пиломатериал ( $\delta=12\dots17$  мм после острожки), что связано со значительным удорожанием конструкции: при использовании таких досок резко увеличиваются потери древесины и расход клея, а также трудозатраты на изготовление.

В результате оказывается, что гнутоклеенные рамы являются по себестоимости, наиболее дорогие из всех рам.

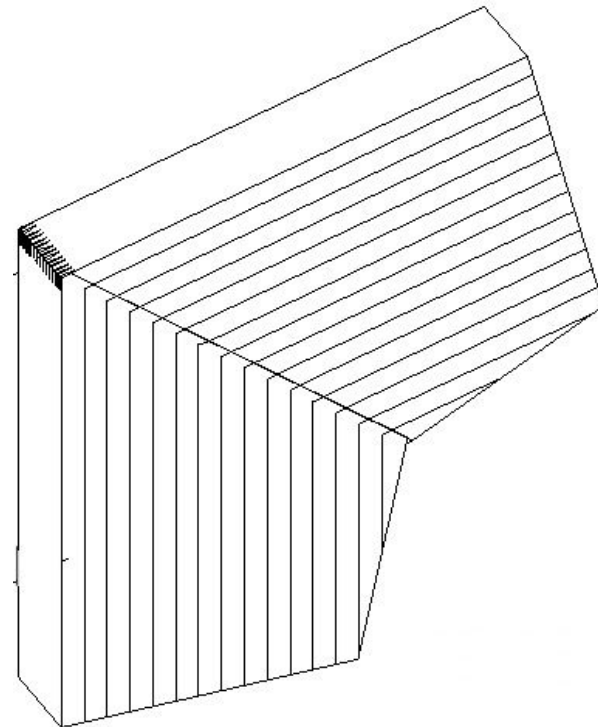
Более эффективны рамы из прямолинейных элементов с жесткими клееными узлами: эти конструкции отвечают требованиям поточно-конвейерного производства, для их изготовления используется пиломатериал обычной толщины. При этом склеивают пакет досок, который затем распиливают по диагонали, получая при этом две стойки или два ригеля.

Существует несколько конструктивных решений соединения прямолинейных элементов рам в жестком узле.

1. Ригель и стойка соединяются при помощи приклеенных к ним в узле двусторонних накладок из бакелизированной фанеры.



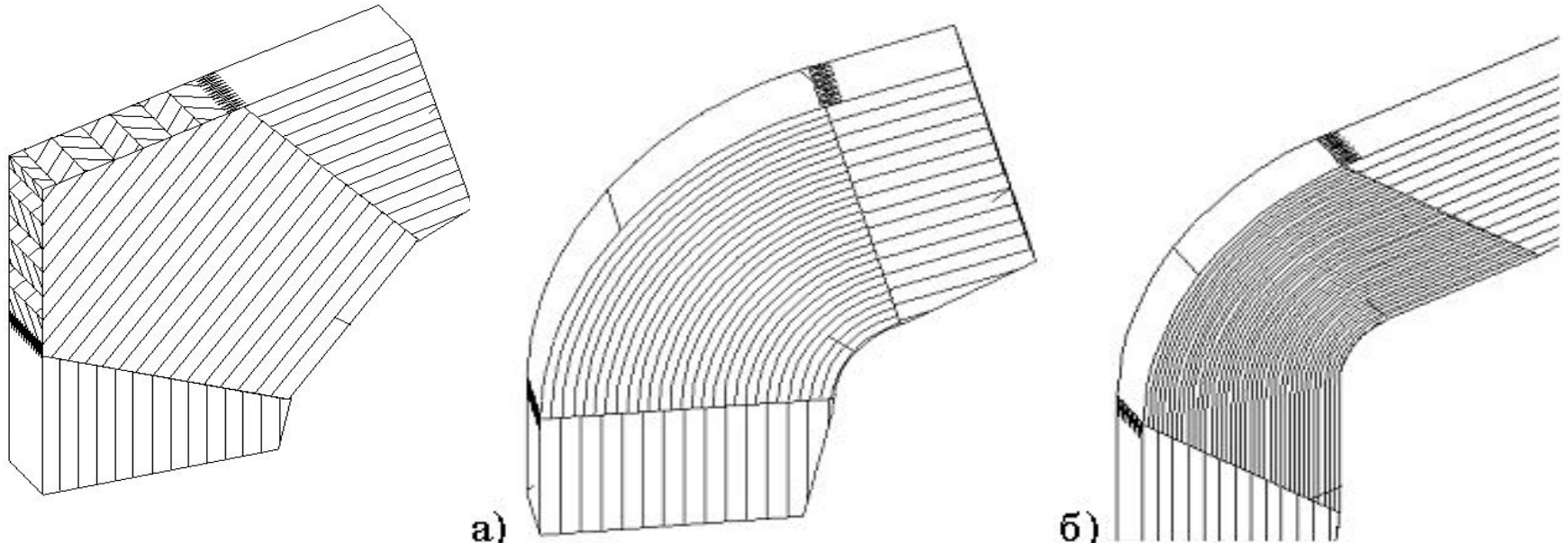
2. Соединение ригеля со стойкой на зубчатый шип.



### 3. Соединение ригеля со стойкой с помощью вставок.

По форме вставки могут быть двух видов: 2) гнутоклееные

1) пятиугольные



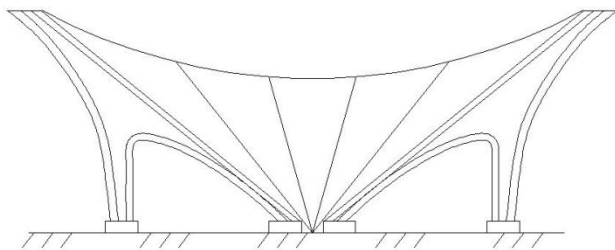
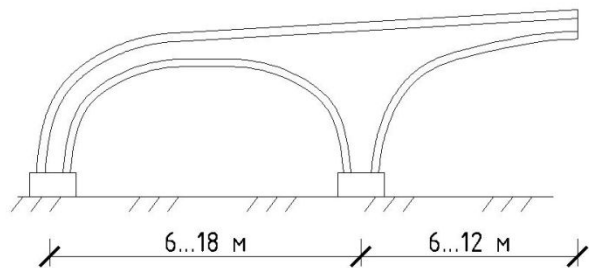
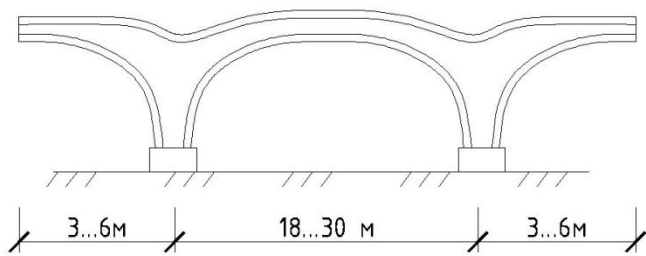
Конструкции жестких узлов с пятиугольными вставками можно использовать только в легких рамах, где решающим фактором при назначении поперечных размеров элементов является расчет не по первому, а по второму предельному состоянию.

Длина гнутоклееной вставки вдоль рамы может быть либо постоянной (б), либо переменной (а). Вставки постоянной длины предпочтительнее, т. к. здесь увеличивается площадь клеевых швов в стыке, таким образом повышается надежность соединения. Применение гнутоклееных вставок позволяет создавать рамные конструкции с широким диапазоном углов наклона ригеля к стойке.

# Клеефанерные рамы

Поперечное сечение рам может быть двутавровым или двутаврово-коробчатым.

- Для стенок рекомендуется использовать фанеру марки ФСФ, как наиболее доступную по стоимости. Количество фанерных стенок, а так же их толщина определяются расчетом.
- Сопряжение поясов (сжатого и растянутого) в жестком переломленном узле рамы рекомендуется проектировать с использованием гнутоклееных вставок, соединенных с дощатыми поясами рам зубчато-шиповым стыком.
- В клеефанерных рамах указанные стыки могут размещаться как в одном сечении пояса, так и вразбежку. В последнем случае достигается увеличение надежности стыкуемого соединения.
- Гнутоклееные вставки (внутренняя и наружная) могут изготавливаться из разных материалов: внутренняя, имеющая меньший радиус – из шпона, наружная – из досок.
- Конструктивные возможности при создании разнообразных форм в клеефанерных рамах с гнутоклееными вставками больше, чем в клеедощатых: легко конструируются рамы с консолями, причем увеличение сечения в защемленных стойках достигается без перерасхода материалов, что позволяет создавать оригинальные по архитектурному решению здания.



## Геометрические размеры клееных рам

Пролеты: 12...24 м,

Высота стоек: 2.6...4.5 м,

Уклон ригеля:  $1/4...1/3$ ,

Шаг: 3...6 м.

Высота сечения в коньке – не менее 0.3  
высоты сечения в карнизном узле

Высота сечения в карнизном узле:  $1/12...1/30$  пролета

Высота сечения стоек у опор: не менее 0.4  
высоты в карнизном узле.

Расчету рамы предшествует установление  
ее расчетной схемы (двухшарнирная или  
трехшарнирная) и расчетной оси.

Расчет рамы выполняют в следующей  
последовательности:

- 1) статический расчет, т. е. вычисление усилий в элементах рамы от действия внешних нагрузок (снег, ветер) собственного веса рамы и веса покрытия;
- 2) проверка сечений рамы; 3) расчет узлов рамы.

При статическом расчете определяют усилия и строят эпюры  $M$ ,  $N$ ,  $Q$  от действия равномерно распределенной нагрузки отдельно от собственного веса конструкций, от снеговой нагрузки слева, справа от конькового узла и на всем пролете, а так же от действия равномерно распределенной нагрузки от ветра слева и справа.

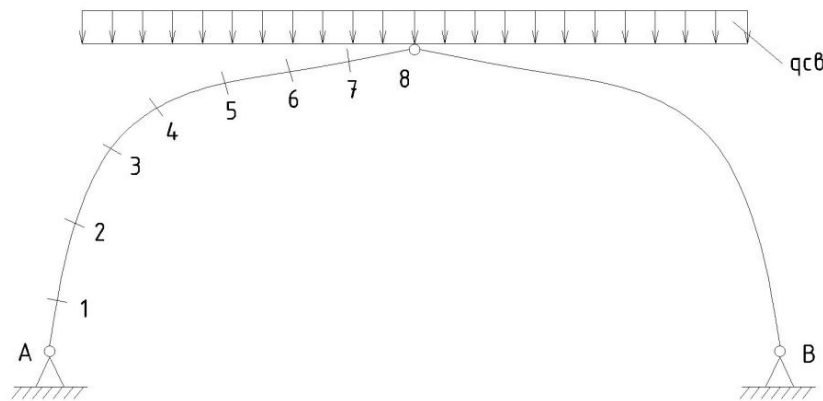
При высоте стойки до 4 м расчет на ветровую нагрузку можно не производить.



При статическом расчете определяют усилия и строят эпюры  $M$ ,  $N$ ,  $Q$  от действия равномерно распределенной нагрузки отдельно от собственного веса конструкций, от снеговой нагрузки слева, справа от конькового узла и на всем пролете, а так же от действия равномерно распределенной нагрузки от ветра слева

При высоте стойки до 4 м расчет на ветровую нагрузку можно не производить

Например, так выглядит загрузка от собственного веса.



Усилия в раме можно определять либо относительно ее геометрической оси, либо относительно наружного контура. В последнем случае необходима корректировка изгибающего момента вследствие переноса нормальной силы с нагруженного контура на ось сечения.

Усилия определяются методами строительной механики в характерных точках по периметру рамы, например А, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Количество точек определяется характером эпюр.

В результате статического расчета определяются расчетные усилия в сечениях рамы при основных и дополнительных сочетаниях нагрузок:

- а) расчетная постоянная и временная на всем пролете;
- б) постоянная на всем пролете, временная – на половине пролета;
- в) по схемам а и б в сочетании с ветром.

При выполнении статического расчета рамы, также как и при расчете других конструкций необходимо пользоваться СНиП «Нагрузки и воздействия».

Поскольку в настоящее время в практике строительства применяют только клееные рамы, то в дальнейшем речь будет идти об этих рамах.

### Проверка сечений рамы

Наиболее напряженными сечениями по нормальным напряжениям, если обратить внимание на эпюры  $M$  и  $N$ , для рам являются карнизные узлы, а для рам с подкосами – сечения у концов подкоса в местах примыкания его к стойке и ригелю.

1. Расчет на прочность элементов трехшарнирных рам в их плоскости допускается выполнять по правилам расчета сжато-изгибаемых элементов с расчетной длиной, равной длине полурамы по осевой линии:

$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_g}{W_{расч}} \leq R_c$$

2. Устойчивость плоской формы деформирования трехшарнирных рам допускается выполнять по формуле:

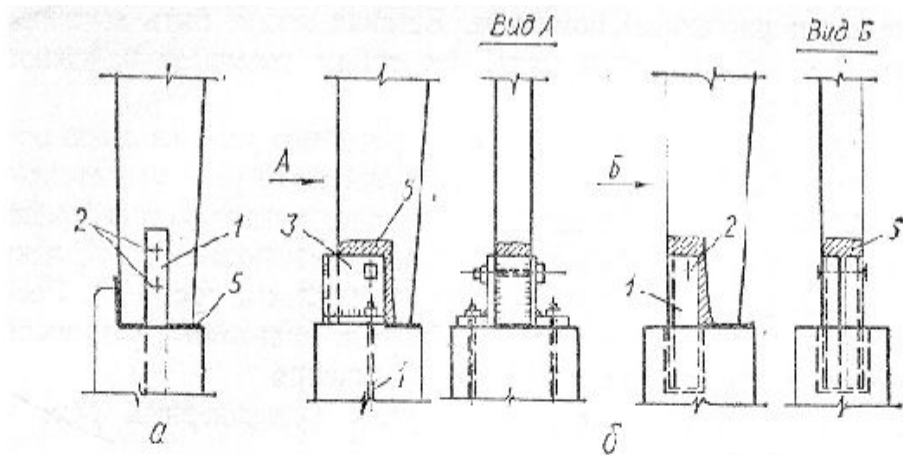
$$\frac{N}{\varphi \cdot R_{\acute{o}p} \cdot F} + \left( \frac{M_g}{\varphi_u \cdot R_{\acute{o}p} \cdot W} \right)^m \leq 1$$

Криволинейные участки гнутоклееных рам при отношении  $h/r \geq 1/7$  ( $h$  – высота сечения,  $r$  – радиус кривизны центральной оси криволинейного участка) следует рассчитывать:

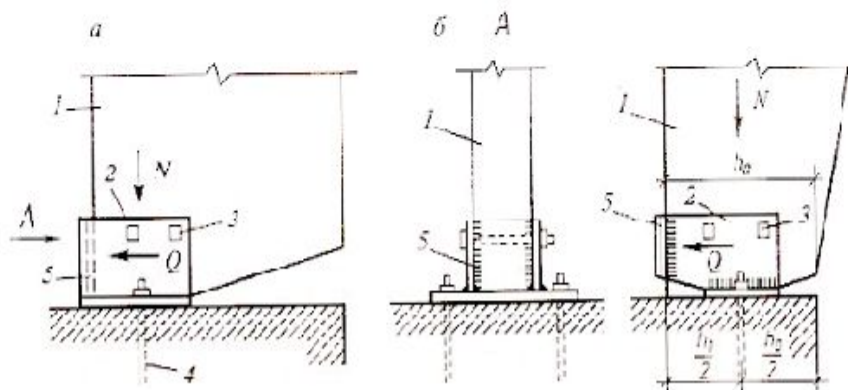
$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_g}{W_{расч}} \leq R_c$$

# Расчет узлов рамы

варианты опорных узлов:



а — шарнирное опирание; б — жесткое опирание; 1 — металлический анкер; 2 — болт (глухаря); 3 — стальной башмак; 4 — анкерные болты; 5 — гидроизоляция



а — со стойкой постоянного сечения; б — то же, переменного сечения; 1 — стойки; 2 — стальной башмак; 3 — болт; 4 — анкер; 5 — сварной шов

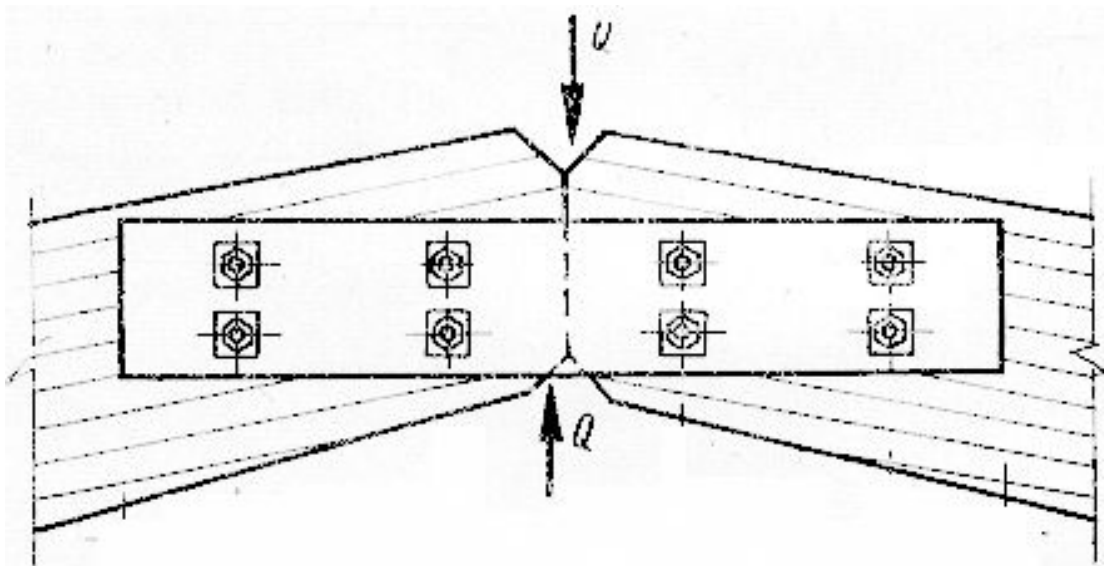
Для всех вариантов опорных узлов продольная сжимающая сила  $N$  воспринимается смятием вдоль волокон древесины стойки. В этом случае проверку выполняют по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{F} \leq R_{см}$$

Поперечная сила  $Q$  может быть передана на фундамент через болты или глухари, крепящие стойку к стальным элементам, заделанным в фундамент.

В этом случае рассчитывается количество болтов, воспринимающих силу  $Q$ .

Коньковый узел чаще всего решается с деревянными накладками на болтах, хотя возможны и другие варианты конькового узла (при больших величинах поперечной силы), например, с металлическими соединительными деталями.



Количество болтов рассчитывается из условия восприятия ими поперечной силы.

Лобовые упоры соединения ригелей рассчитывают на смятие под углом и вдоль волокон на действие продольной силы  $N$ .