

Проектирование железобетонных перекрытий

1. Классификация перекрытий

1. По конструктивному решению

- а) Балочные
- б) Безбалочные

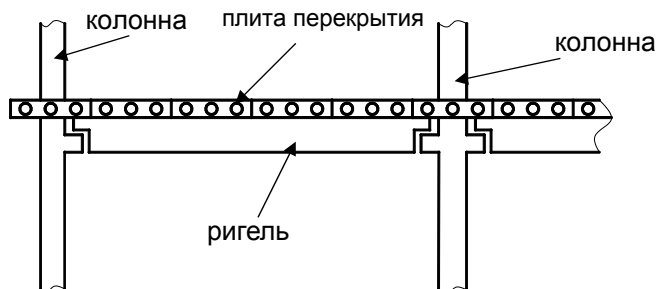
2. По способу работы:

- а) Перекрытия с плитами, работающими в одном направлении
- б) Перекрытия с плитами, работающими в двух направлениях

3. По способу изготовления

- а) Сборные
- б) Монолитные
- в) Сборно-монолитные

Проектирование сборных перекрытий с балочными плитами



Проектирование сборных балочных перекрытий включает следующие этапы:

- 1) Компоновка конструктивной схемы перекрытия
- 2) Расчет и конструирование плиты перекрытия
- 3) Расчет и конструирование ригеля
- 4) Расчет и конструирование стыка ригеля с колонной

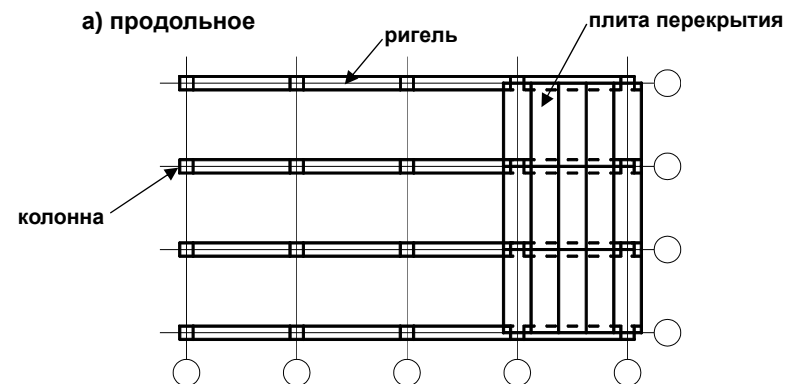
Компоновка конструктивной схемы перекрытия

Компоновка производится в следующей последовательности:

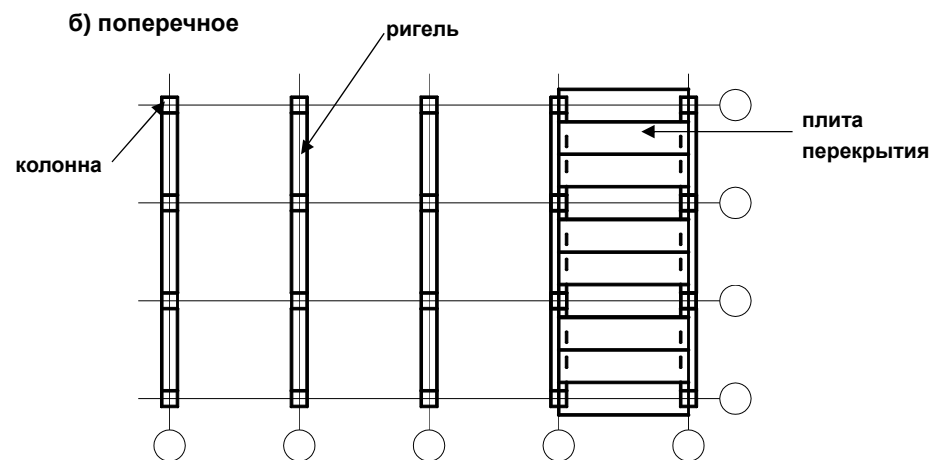
- 1) Выбор сетки колонн
- 2) Выбор направления ригеля и формы его сечения

Возможны две схемы расположения ригелей в здании:

а) продольное



б) поперечное



- 3) Выбор типа панелей
- 4) Определяется число типоразмеров плит, их номинальная ширина и производится раскладка плит в перекрытии.

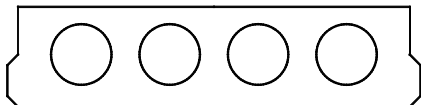
Расчет и конструирование сборной плиты перекрытия

1. Выбор типа плиты

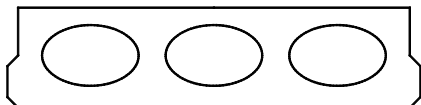
По форме поперечного сечения сборные плиты бывают:

1 Пустотные плиты :

а) с круглыми пустотами



б) с овальными пустотами

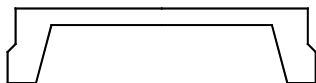


Применяются в основном в жилых и гражданских зданиях при временной нагрузке до 6 кН/м²

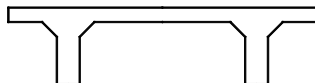
2) Ребристые плиты:

А. С ребрами вниз

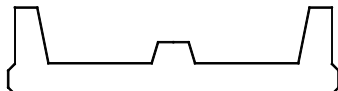
а) П - образные



б) типа «2 Т»

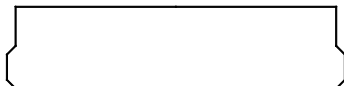


Б) С ребрами вверх



Применяются в гражданских и производственных зданиях с временной нагрузкой более 6 кН/м²

3) Сплошные плиты



Применяются в гражданских и жилых зданиях с временной нагрузкой до 4 кН/м²

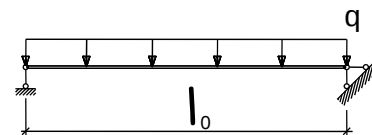
2. Расчет плиты

1) Сбор нагрузок на 1м² плиты

N п/п	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка (Н/м ²)	Коэффициент надежности по нагрузки γ_f	Расчетная нагрузка (Н/м ²)
1.	Керамическая плитка t – толщина, ρ – плотность	$t * \rho$	1,2	
2.	----- // -----			
3.	Цементно-песчаная стяжка t – толщина, ρ – плотность	$t * \rho$	1,3	
4.	Плита перекрытия		1,1	
	Постоянная нагрузка (g)			
5.	Временная нагрузка (v), в том числе: кратковременная v_{sh} длительная v_l		по СНиП	
	Полная нагрузка ($q=g+v$)			

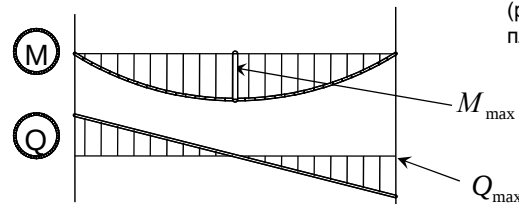
Нагрузка на 1 п.м плиты определяется с учетом грузовой площади.

2) Определение усилий в плите

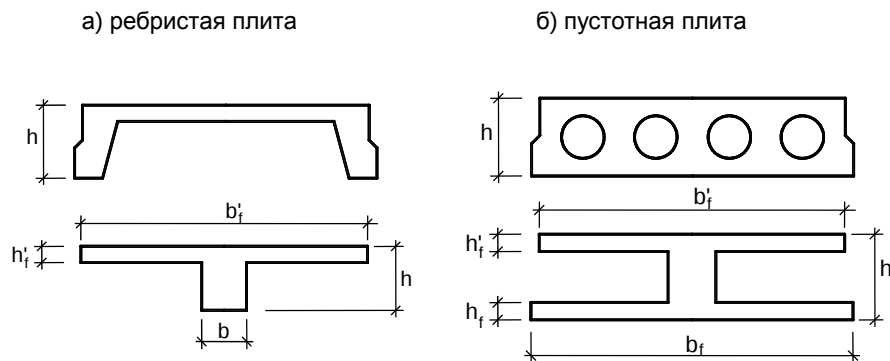


$$M_{\max} = \frac{ql_0^2}{8}; \quad Q_{\max} = \frac{ql_0}{2},$$

где l_0 – расчетный пролет плиты
(расстояние между центрами
площадок опирания плиты на ригель)



3) Компонировка поперечного сечения плиты



4) Расчет плиты по первой группе предельных состояний

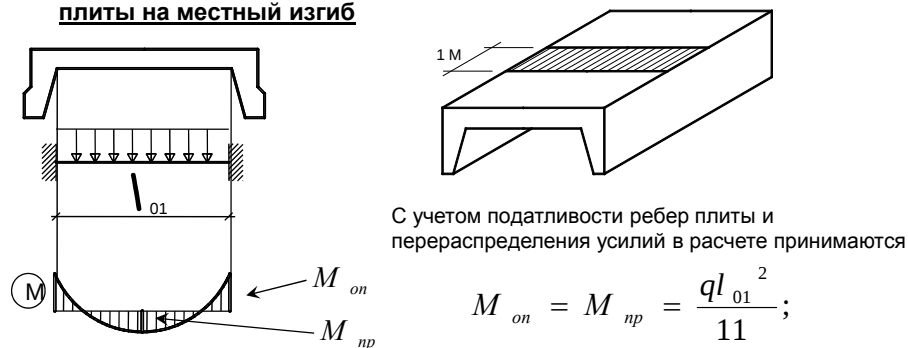
- а) расчет прочности по нормальным сечениям
- б) расчет прочности по наклонным сечениям

5) Расчет плиты по второй группе предельных состояний

- а) расчет по образованию трещин
- б) расчет ширины раскрытия трещин
- в) расчет прогибов

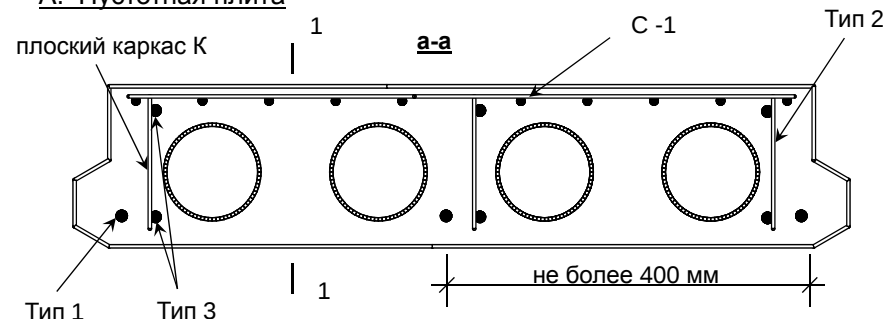
6) Расчет на транспортные и монтажные нагрузки

7) Особенность расчета ребристой плиты – расчет полки плиты на местный изгиб



3. Конструирование плиты

А. Пустотная плита

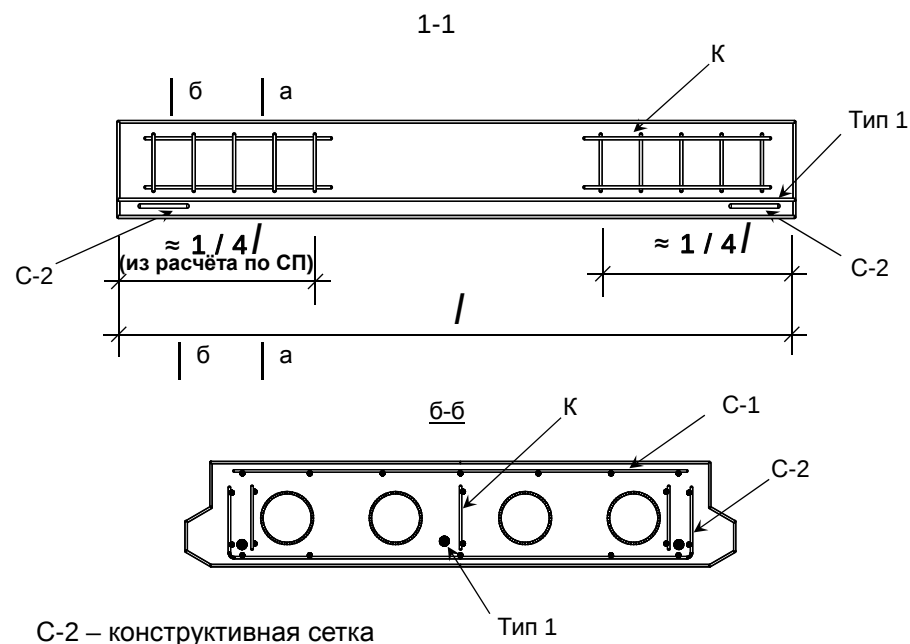


Тип 1 – рабочая продольная арматура, преднапряженная А-IV и выше (А 600 и выше) из расчета прочности по нормальным сечениям

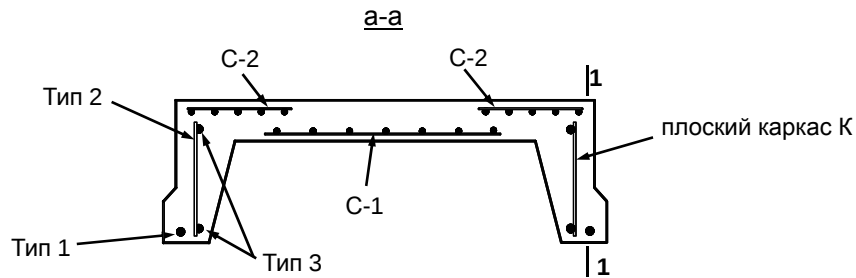
Тип 2 – поперечные стержни каркаса К из расчета прочности по наклонным сечениям А-I, А-II, Вр-I (А 240, А 300, В 500)

Тип 3 – продольные стержни каркаса К конструктивно

С – 1 – конструктивная сетка



Б. Ребристая плита

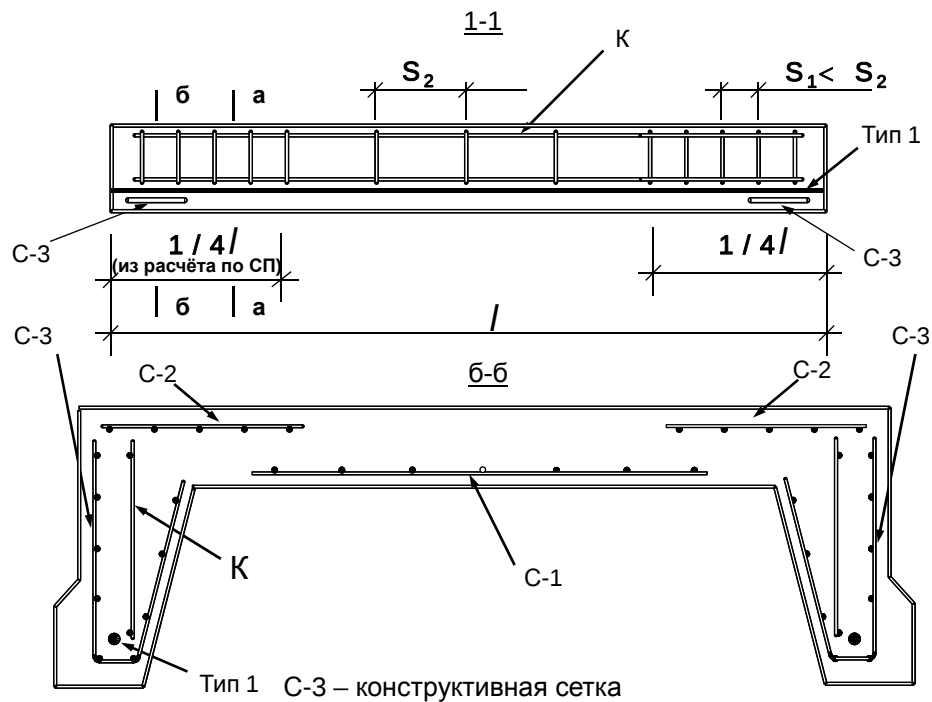


Тип 1 – рабочая продольная арматура, преднапряженная А-IV и выше (А 600 и выше)

Тип 2 – поперечные стержни каркаса К из расчёта прочности по наклонным сечениям А-I, А-II, Вр-I (А 240, А 300, В 500)

Тип 3 – продольные стержни каркаса К конструктивно

C-1, C-2 – из расчёта полки на местный изгиб



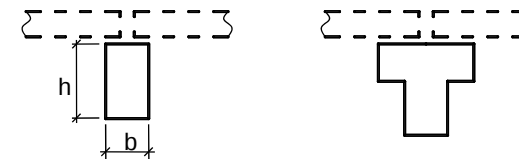
Тип 1 C-3 – конструктивная сетка

Расчет и конструирование сборных ригелей

1. Выбор формы поперечного сечения ригеля

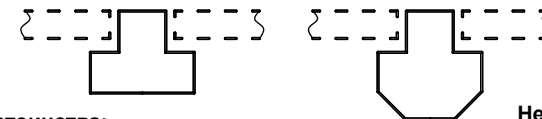
1) С опиранием плит перекрытий по верху ригеля

- а) прямоугольное б) тавровое с полкой вверх



2) С опиранием плит перекрытия в уровне высоты ригеля

- а) тавровое с полкой вниз б) тавровое с полкой вниз и подрезкой



Достоинства:

- 1) Уменьшается конструктивная высота перекрытия
- 2) Уменьшается пролет плиты

Недостатки:

- 1) Трудоемкость изготовления
- 2) Лишний расход бетона

2. Расчет ригеля

С точки зрения статического расчета ригели могут быть следующих типов:

- 1) Однопролетная балка на двух опорах



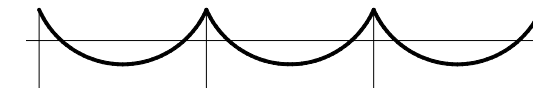
При связевом каркасе

- 2) Неразрезная балка



При рамной схеме каркаса для зданий с неполным каркасом

- 3) Элемент рамы



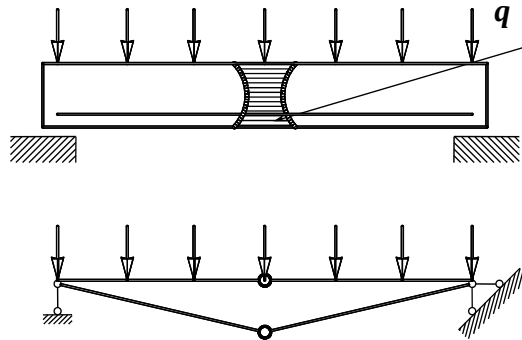
При рамной схеме каркаса для зданий с полным каркасом

Расчет ригеля как неразрезной балки

Статически неопределимые железобетонные конструкции, к которым относится и неразрезная балка, необходимо рассчитывать с учетом перераспределения усилий

Сущность расчета статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом перераспределения усилий

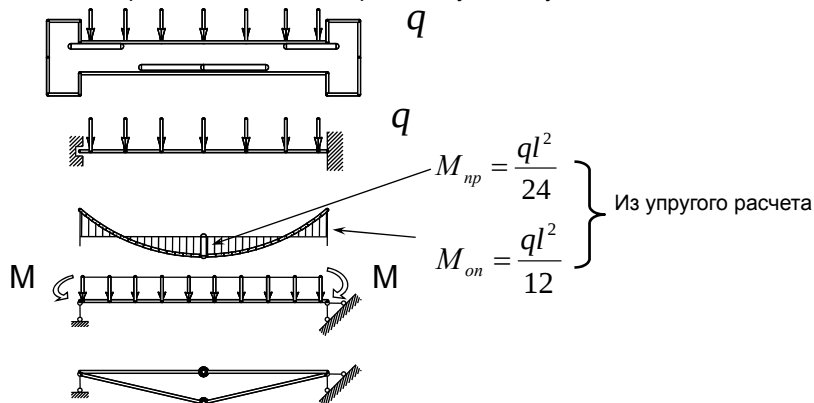
1. Рассмотрим статически определимую балку



Пластический шарнир – это зона чрезмерных местных деформаций в стадии предельного равновесия железобетонной конструкции

При образовании в статически определимой балке одного пластического шарнира она превращается в изменяемую систему и разрушается

2. Рассмотрим статически неопределимую балку



Первые два пластических шарнира образуются на опорах, где наибольшие изгибающие моменты. При данной нагрузке балка не разрушается, а лишь превращается в статически определимую балку с постоянными моментами на опорах. Лишь при дальнейшем увеличении нагрузки q образуется третий пластический шарнир в середине пролета, балка превращается в систему и разрушается.

Таким образом в статически неопределимых конструкциях образование пластического шарнира равносильно выключению из работы лишней связи и снижению на одну степень свободы статической неопределимости системы.

В общем случае потеря геометрической неизменяемости статически неопределимых систем с « n » лишними связями произойдет с образованием « $n+1$ » пластических шарниров

В статически неопределимых железобетонных конструкциях происходит перераспределение усилий с сечений с максимальными усилиями на сечения с меньшими усилиями

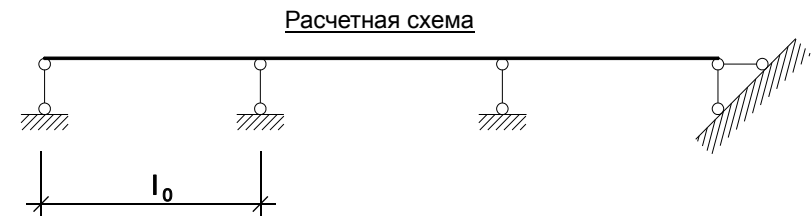
Расчет с учетом перераспределения усилий позволяет упростить армирование и дает экономию арматуры до 20% по сравнению с упругим расчетом.

Однако, данный расчет можно выполнять при следующих условиях:

- 1) В конструкции при эксплуатации допускается образование трещин
- 2) До момента разрушения не должно произойти хрупкого разрушения бетона в сжатой зоне ($\xi \leq 0,35$)
- 3) До конца обрушения конструкций не должно произойти разрыва арматуры (применяется арматура с площадкой текучести)
- 4) В целях ограничения раскрытия трещин величина перераспределенного (уменьшенного) момента не должна отличаться от момента, полученного из упругого расчета, больше чем на 30%

Расчет ригеля как неразрезной балки с учетом перераспределения усилий

1. Расчет ригеля как неразрезной балки в упругой стадии



Определение усилий:

$$M = (\lambda * g + \beta * v) * l_0^2$$

$$Q = (\gamma * g + \delta * v) * l_0$$

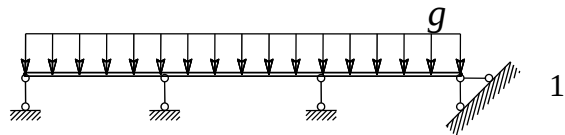
где $\lambda, \delta, \gamma, \beta$ - табличные коэффициенты

g – постоянная нагрузка

v - временная нагрузка

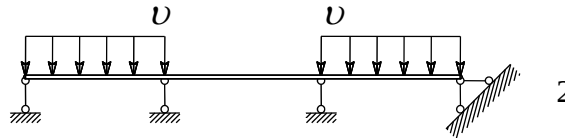
Нагрузка на ригель:

- постоянная:



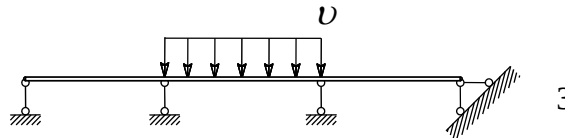
1

- временная:

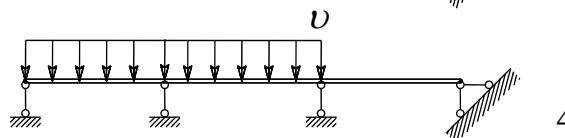


2

v {



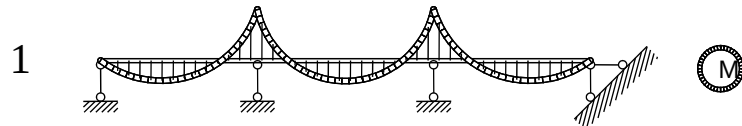
3



4

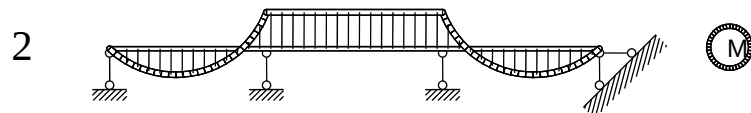
Изгибающие моменты:

- от постоянной нагрузки:

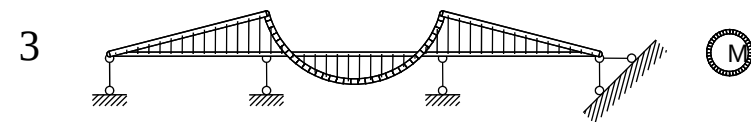


1

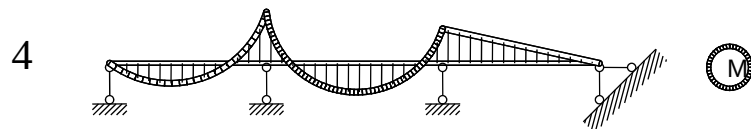
- от временной нагрузки:



2

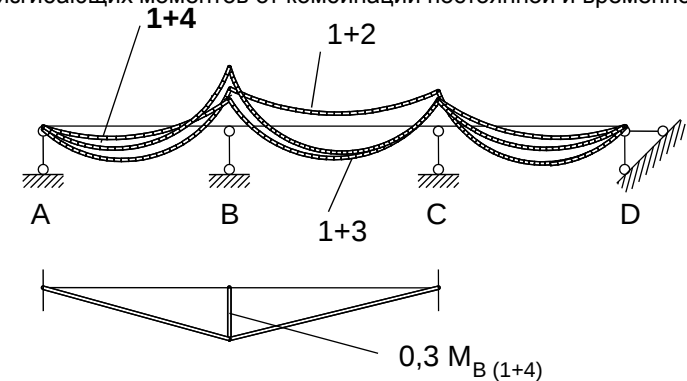


3

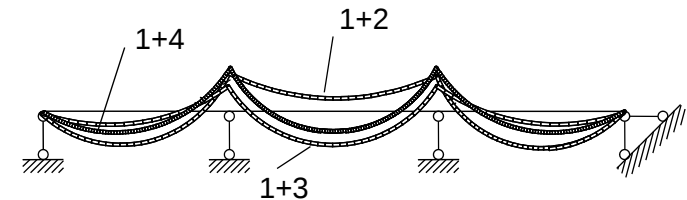


4

Эпюры изгибающих моментов от комбинаций постоянной и временной нагрузок:



Перераспределенная эпюра изгибающих моментов:



Дальнейшие расчеты выполняем по максимальным значениям усилий для разных сечений.

Выполняем расчет ригеля по первой группе предельных состояний

1) Расчет прочности по нормальным сечениям

(этот расчет выполняется для нескольких сечений)

2) Расчет прочности по наклонным сечениям (для нескольких сечений)

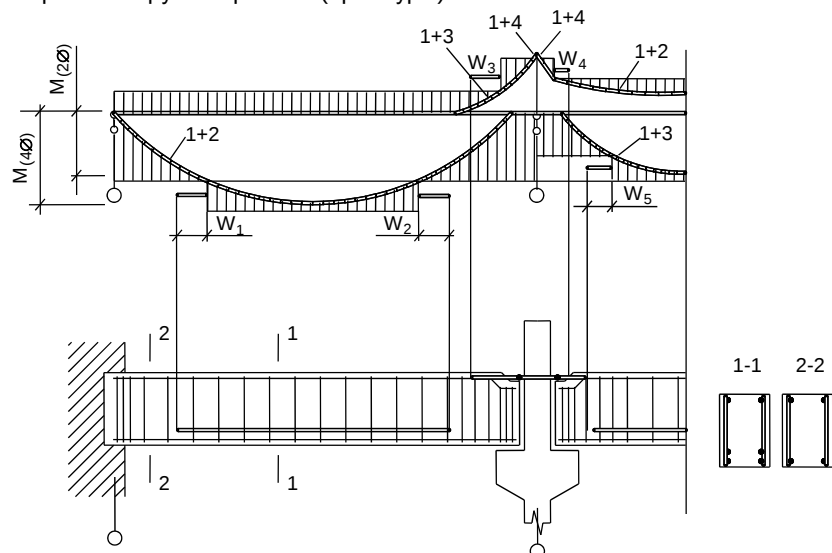
Расчет по второй группе предельных состояний

(этот расчет не выполняется)

3) Расчет на монтажные и транспортные нагрузки

Конструирование сборного ригеля как неразрезной балки

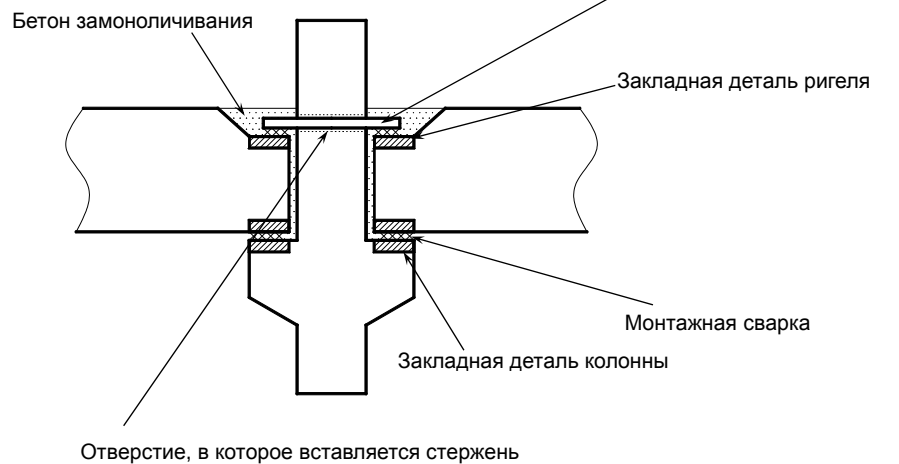
Строим эпюру материалов (арматуры)



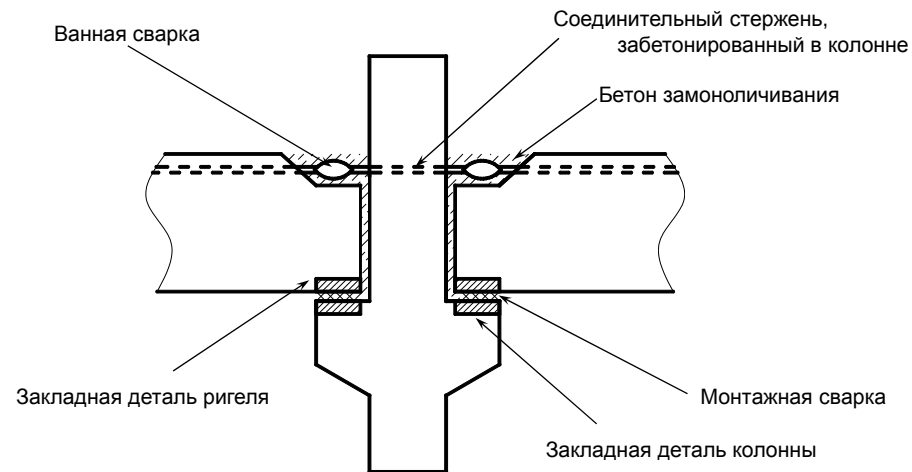
Принципы расчета и конструирования стыка ригеля с колонной

1. Конструктивные решения стыков

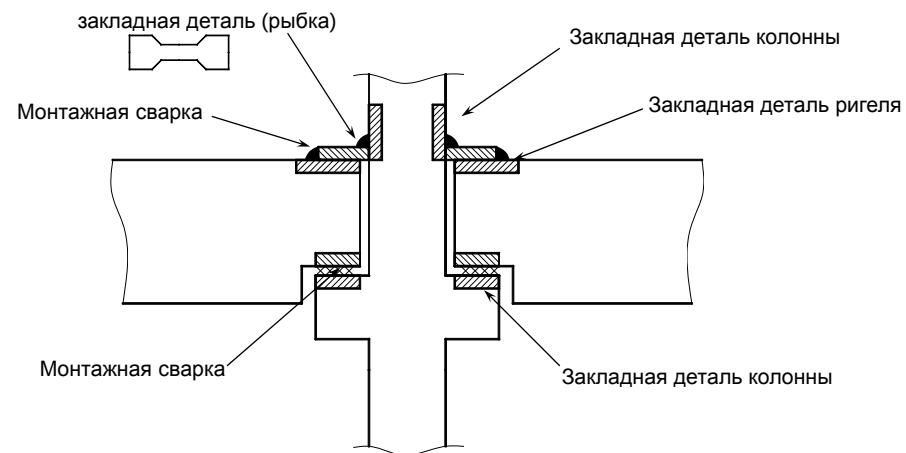
1) Консольный стык



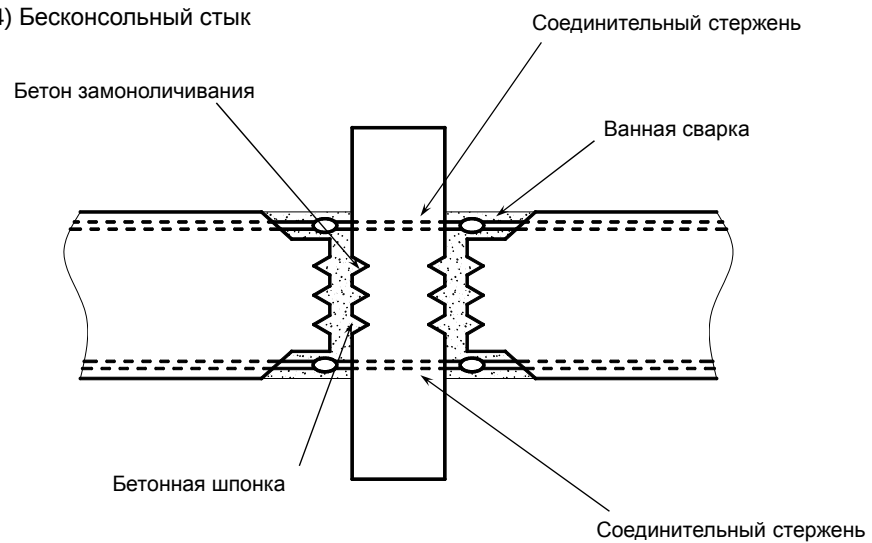
2) Консольный стык с ванной сваркой



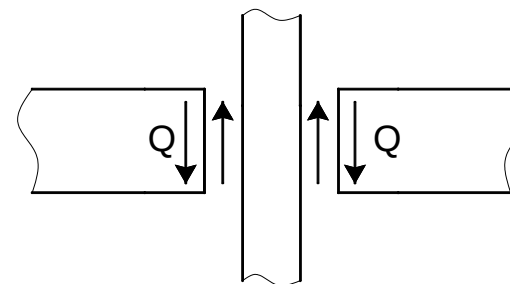
3) Скрытый консольный стык



4) Бесконсольный стык



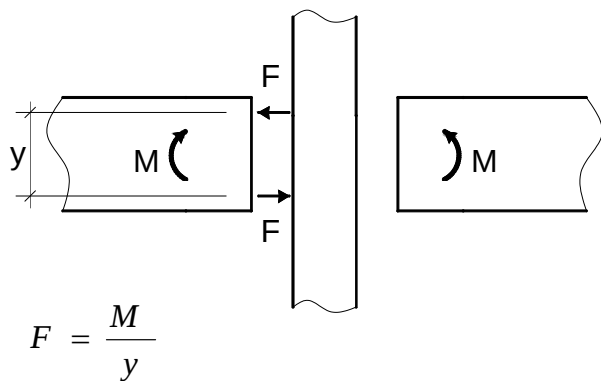
2) Расчет консоли колонны



Поперечная сила воспринимается консолью в консольных стыках и бетонными шпонками в бесконсольных

2. Принципы расчета стыков

1) Расчет соединительных стержней



Растягивающие усилия F воспринимаются соединительными стержнями