

Лекция 20

Усиление ЖБК путем
устройства упругих опор



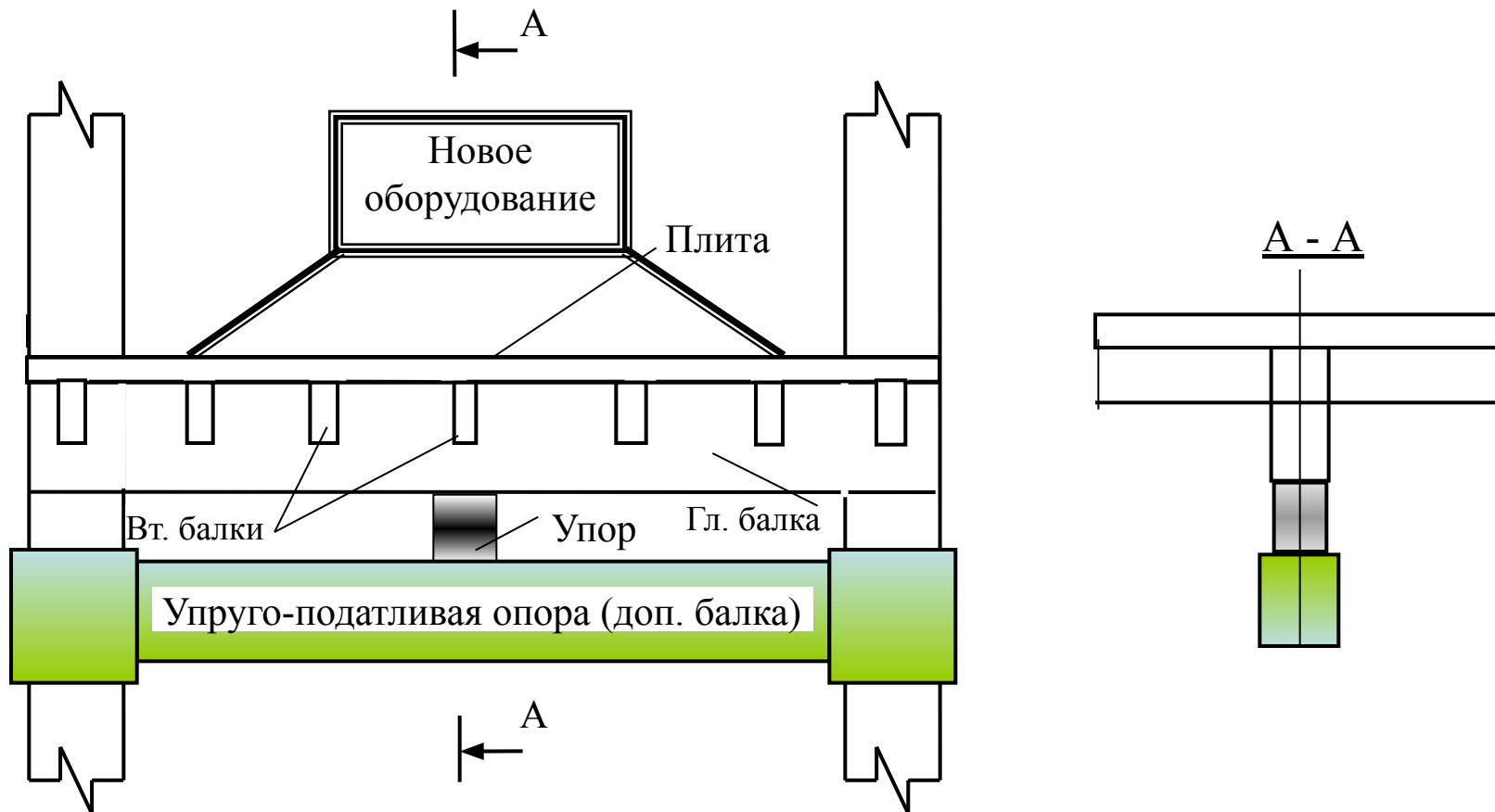
Упругие опоры – это такие конструкции усиления, которые работают совместно с усиливаемыми изгибаемыми элементами, создавая податливые промежуточные опоры, поскольку сами являются изгибаемыми элементами, прикрепляемыми к основным несущим элементам сооружения.

Конструкции подвесок и подпорок из железобетона и металла

Такое усиление возможно лишь в тех случаях, выше или ниже усиливаемого элемента имеются недостаточно загруженные элементы, которые можно с помощью подвесок или подпорок включить в совместную работу с усиливаемыми элементами, создавая единую систему.

Основные типы разгружающих опор

Тип 1. Железобетонные конструкции балочных и рамных типов, которые могут быть как поддерживающими так и накладными.



Усиление подведением упруго-податливой опоры

Подведенная балка прикрепляется хомутами к открытой арматуре колонн каркаса и затем стык бетонируется. Балка имеет в середине пролета подпиральный блок (упор).

Балка отстоит от подпирального элемента на 50-150 мм для удобства бетонирования подпирального упора.

Подпиральный упор бетонируется после распалубки элемента и его упругой осадки под влиянием собственного веса. Упор представляет собой простую подбетонку.

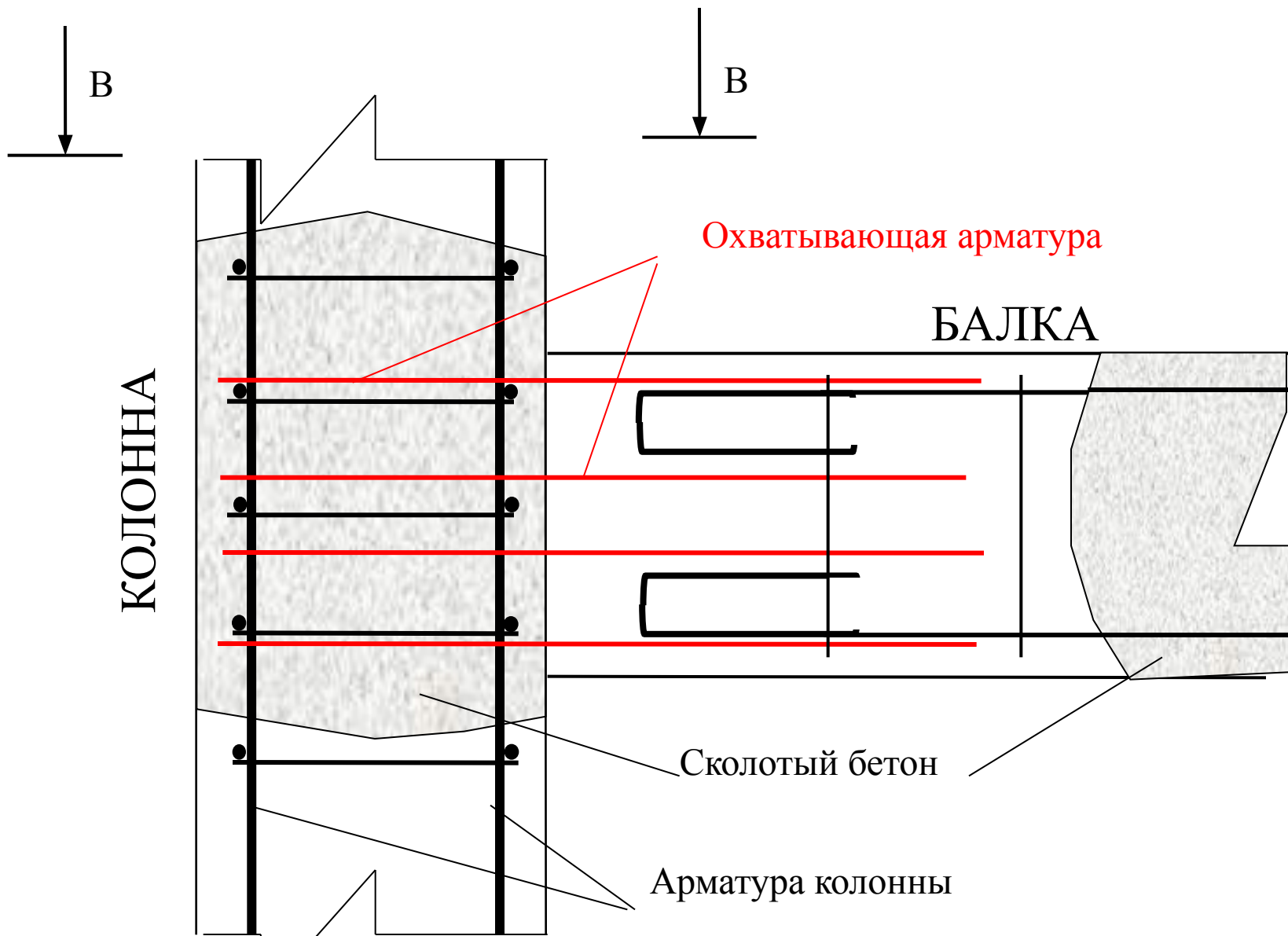


Рис. Соединение подведенной балки с колонной

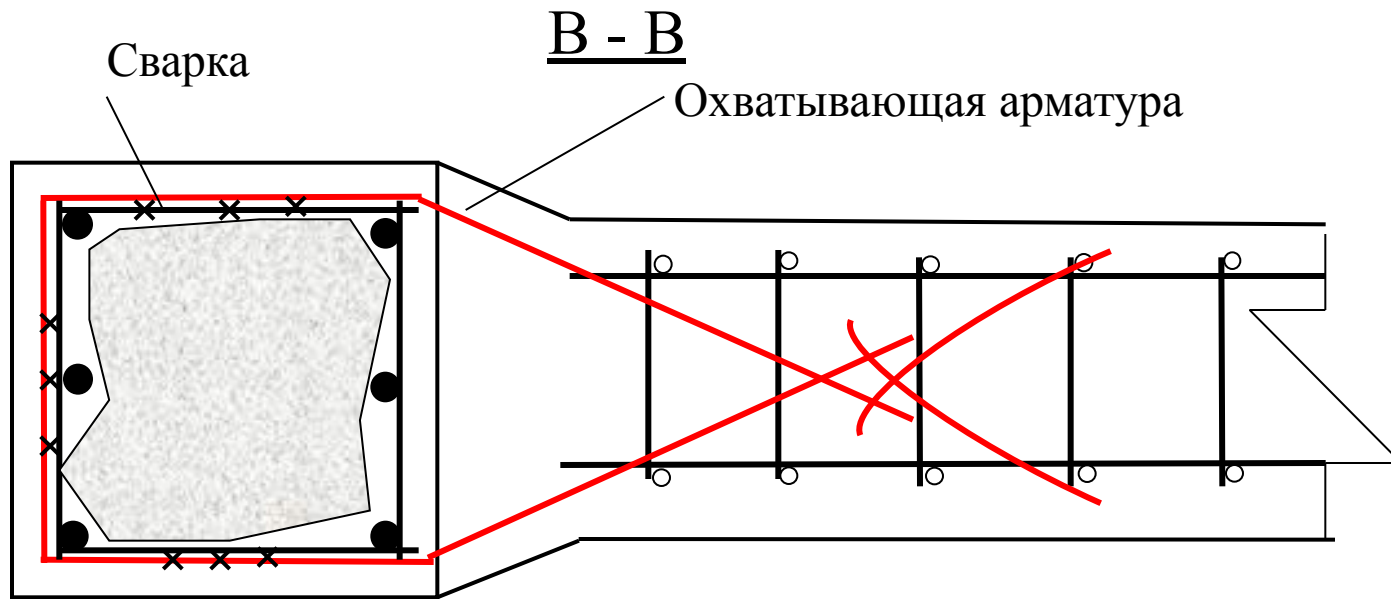
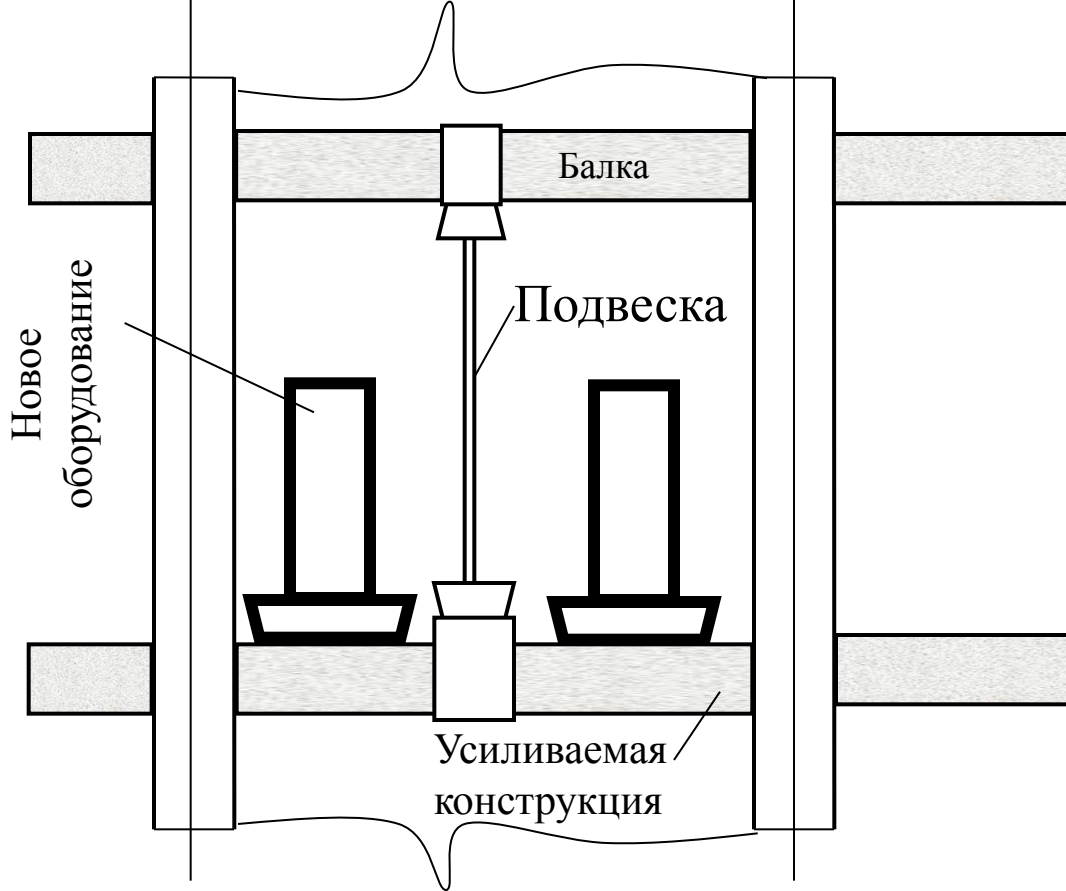


Рис. Соединение подведенной балки с колонной

Тип II. Конструкции подвесок и подпорок из железобетона и металла

Такое усиление возможно лишь в тех случаях, выше или ниже усиливаемого элемента имеются недостаточно загруженные элементы, которые можно с помощью подвесок или подпорок включить в совместную работу с усиливаемыми элементами, создавая единую систему.



Конструкции упругих подпорок аналогичны упругим подвескам, но последние работают на сжатие. Обычно располагаются как так и распорки в плоскости стен, вне проходов.

Тип III. Специальные фермы усиления, комбинированные шпренгельные системы выполняются только в металле. Рассматривать в настоящем курсе не будем.

Основные положения расчета упругоопорных конструкций усиления

За основу расчета упругоопорных конструкций, работающих совместно с усиливаемыми элементами, принимается равенство деформаций обеих конструкций.

Для наиболее эффективного использования упругоопорной конструкции необходимо сначала максимально разгрузить усиливаемый элемент, а затем подвести под него подпирающую опорную конструкцию.

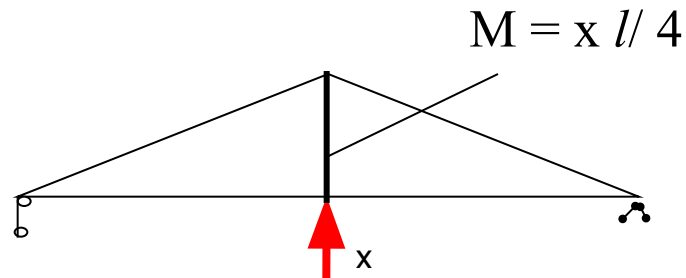
Алгоритм решения задачи

1. Выявление и построение первоначальной расчетной схемы и расчетной эпюры M реконструируемого элемента.
2. Построение эпюры M в усиливаемом элементе от загрузки его только дополнительной нагрузкой после реконструкции.
3. Определение реакции упругой опоры, которую нужно приложить к этой опоре, чтобы обеспечить нужную разгрузку подпираемой конструкции.
4. Определить жесткость новой опорной конструкции, чтобы она обеспечила появление такой реактивной силы.

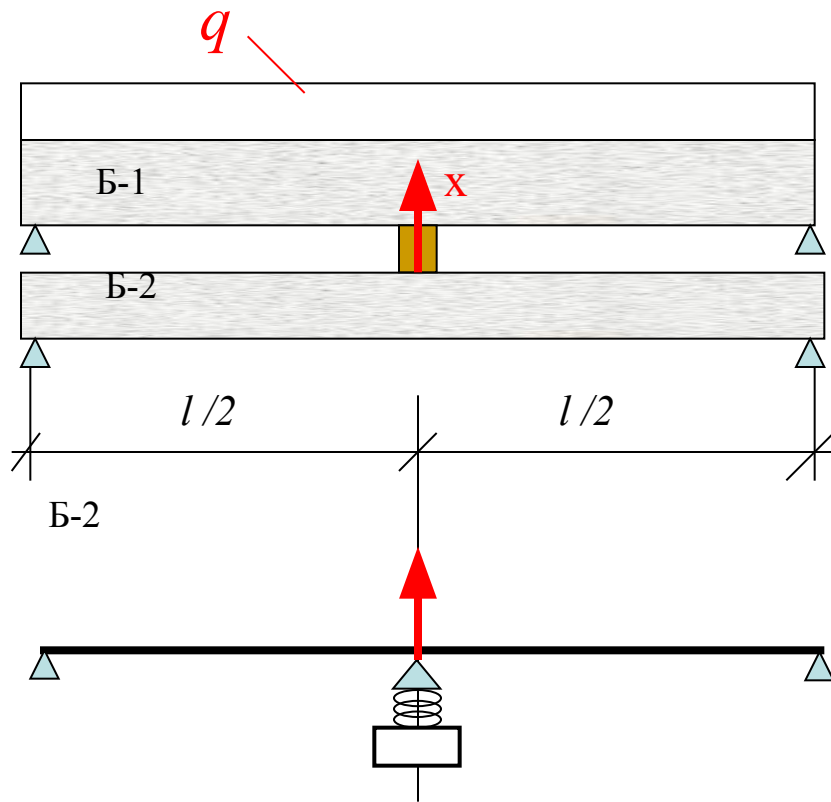
Первоначальная эпюра «М» определяется по рабочим чертежам, а в случае их отсутствия по пробным бороздам в нижней части сечения, а в неразрезных конструкциях и в верхней части.

Величина реакции упругой опоры «х» находится в предположении, что она вызывает такой же изгибающий момент «М» в середине пролета, какой вызывает дополнительная нагрузка после реконструкции, но в противоположном направлении.

$$X=4M / l$$



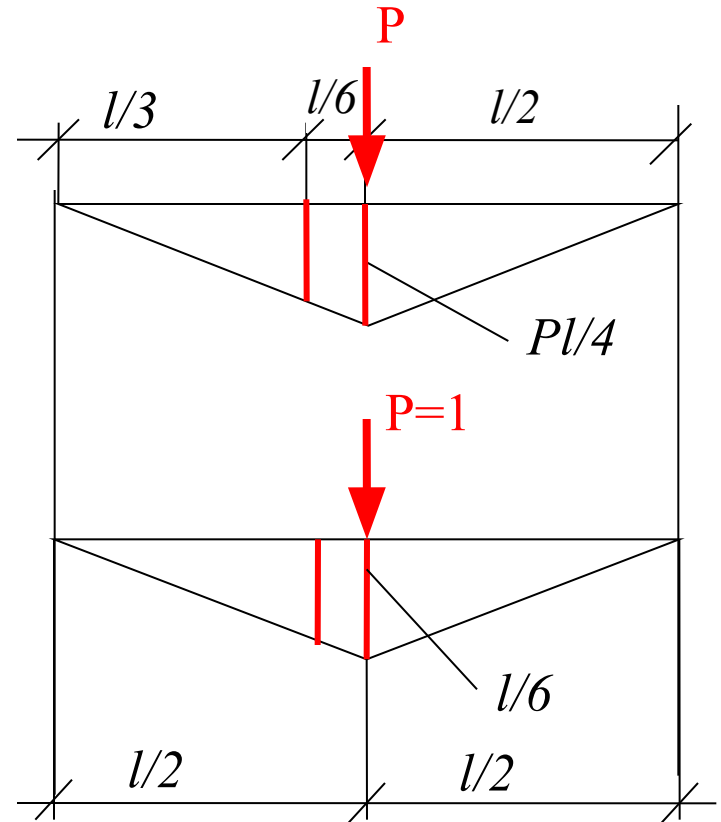
M – момент в середине пролета от дополнительной нагрузки,
 X – реакция упругой опоры



Правило Верещагина

$$y = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{Pl}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1 \cdot l}{4} = \frac{Pl}{48}$$

$$y = \int \frac{M_p M_x}{EI} dx$$



Расчетные формулы упругоопорных систем

Пример 1. Рассматривается однопролетная балка, нагруженная равномерной нагрузкой, подпертая однопролетной балкой

Прогиб подпертой балки

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{B_1} - \frac{xl^3}{48B_1}$$

Прогиб подпирающей балки

$$f_2 = \frac{xl^3}{48B_2}$$

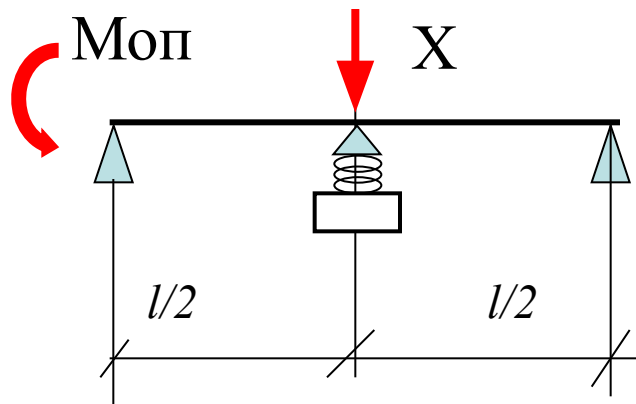
Учитывая, что прогибы $f_1 = f_2$, получим следующее выражение

$$\frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{B_1} = \frac{xl^3}{48B_2} + \frac{xl^3}{48B_1} = \frac{xl^3}{48} \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} \right) = \frac{xl^3}{48} \frac{(B_1 + B_2)}{B_1 B_2}$$

Решая относительно x , получим выражение

$$x = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{B_1} \cdot \frac{48(B_1 + B_2)}{l^3 B_1 \cdot B_2} = \frac{5ql \cdot B_1 B_2}{8(B_1 + B_2)} = 0,625ql \frac{(B_1 B_2)}{(B_1 + B_2)}$$

Пример 2



$$X = - \frac{3M_{оп}}{l} \cdot \frac{(B_1 + B_2)}{B_1 B_2}$$