

Дата **17.02.2023** Группа **ХКМ 2/1**. Курс **2**. Семестр **IV**

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки с жесткой заделкой

Цель занятия:

–*методическая*– совершенствование методики проведения лекционного занятия; сочетание инновационных методов обучения с традиционной методикой преподавания;

–*учебная*– дать представление студентам об эпюрах поперечных сил и изгибающих моментов для балки с жесткой заделкой;

–*воспитательная*– воспитывать культуру общения с использованием специальной терминологии, усидчивость, внимательность, графические и аналитические способности, чувство гордости за выбранную профессию.

Вид занятия: лекция

Междисциплинарные связи:

Обеспечивающие: Инженерная графика, Физика, Математика

Обеспечиваемые: Техническая механика, Детали машин, Курсовое и дипломное проектирование,

Обеспечение занятия:

Техническое:

Методическое: иллюстративный раздаточный материал.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов. М.: Высшая школа, 2014
 2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.
 3. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2013.
- Дополнительная литература:
1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.

Тема: Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки с жесткой заделкой

1. Проверка построения эпюр
2. Последовательность решения задач на построение эпюр
3. Примеры решения задач

1. Проверка построения эпюр

Следует хорошо усвоить **дифференциальные зависимости** между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом, что позволит быстро и правильно строить эпюры. **Как проверить эпюры Q и M ?** Необходимо запомнить следующие **правила (проверки построения эпюр)**:

1. На участке балки, где отсутствует распределенная нагрузка, эпюра Q_y – прямая, параллельная базовой линии, а эпюра M_x – наклонная прямая.
2. Под сосредоточенной силой на эпюре Q_y наблюдается скачок, численно равный приложенной внешней силе, а на эпюре M_x – излом.
3. В точке приложения сосредоточенной пары сил (момента) на эпюре момента происходит скачок на размер момента этой пары, а эпюра Q_y не претерпевает изменений.
4. На участке действия равномерно распределенной нагрузки эпюра Q_y выражается наклонной прямой, а эпюра M_x – параболой, обращенной выпуклостью навстречу действию распределенной нагрузки.
5. На участках балки, где эпюра Q положительна, изгибающий момент с увеличением координаты z увеличивается, и, наоборот, там, где $Q < 0$, изгибающий момент уменьшается.
6. Если на участке действия распределенной нагрузки эпюра Q пересекает базовую линию, то в этом сечении изгибающий момент принимает экстремальное значение.
7. Если на границе действия распределенной нагрузки не приложено сосредоточенных сил, то на эпюре Q_y участок, параллельный оси абсцисс, переходит в наклонный без скачка, а параболическая и наклонная части эпюры M_x сопрягаются плавно без изгиба.

8. Изгибающий момент в концевых сечениях балки всегда равен нулю, за исключением случая, когда в концевом сечении действует сосредоточенная пара сил. В этом случае изгибающий момент в концевом сечении балки равен моменту действующей пары сил.

9. В сечении, соответствующем заделке, Q_y и M_x численно равны опорной реакции и реактивному моменту заделки.

2. Последовательность решения задач на построение эпюр:

1) определить реакции опор балки (по двум уравнениям моментов: одно – относительно левой опоры, второе – относительно правой), а затем обязательно проверить правильность решения по уравнению проекций на ось, перпендикулярную балке. Следует помнить, что допущенная ошибка при определении опорных реакций не позволит правильно решить задачу;

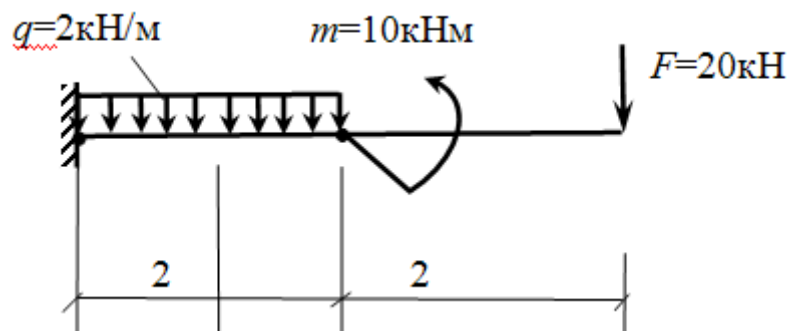
2) построить эпюру поперечных сил (можно использовать метод построения по характерным сечениям либо точкам);

3) построить эпюру изгибающих моментов (методы построения аналогичны);

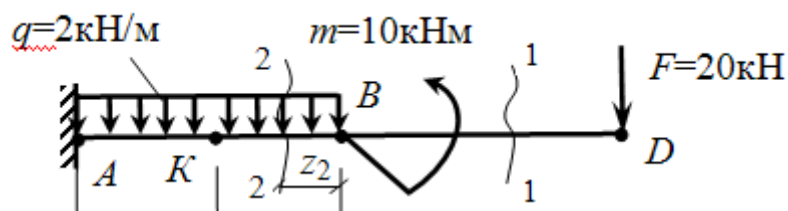
4) произвести проверку правильности построения эпюр согласно дифференциальных зависимостей.

3. Примеры решения задач

Пример 1. Для балки с жесткой заделкой построить эпюры Q и M .



Расставляем сечения от **свободного конца балки** — в этом случае можно построить эпюры, **не определяя опорных реакций**. Рассматривать в каждом случае будем **правую часть** — **справа от сечения**. Сечения расставляем на **характерных участках** (между изменениями). По размерной нитке — **2 участка, 2 сечения**.



Сечение 2-2 проходит по участку с равномерно распределенной нагрузкой, отмечаем размер z_2 вправо от сечения до начала участка. Определяем поперечные силы в сечениях.

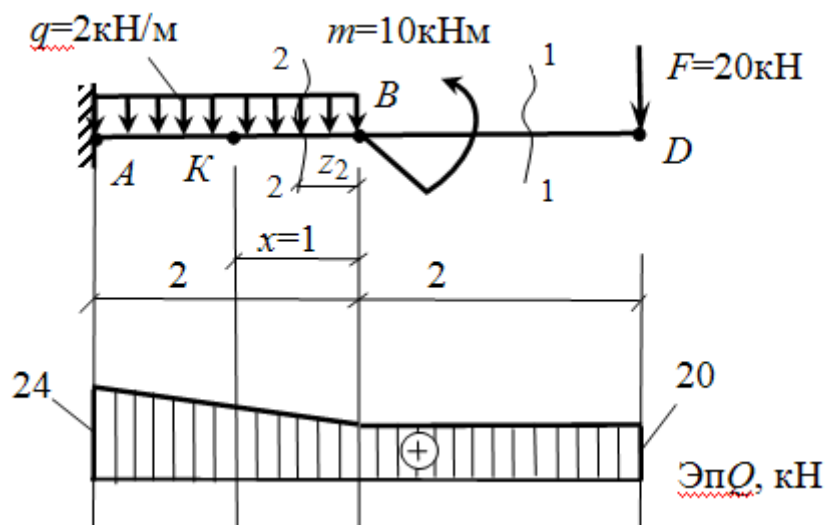
$$Q_1 = F = 20 \text{ кН}$$

$$Q_2 = F + qz \Big|_0^2$$

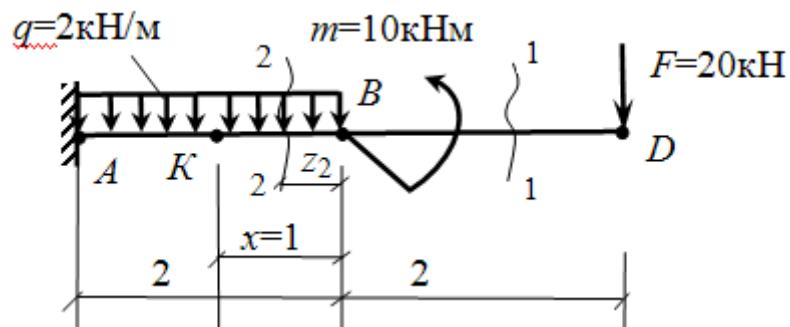
$$z=0 \quad Q_2 = F = 20 \text{ кН};$$

$$z=2 \quad Q_2 = 20 + 2 \cdot 2 = 24 \text{ кН}$$

Строим эпюру Q .



Построим эпюру M методом **характерных точек**. Расставляем точки на балке — это точки начала и конца балки (D, A), сосредоточенного момента (B), а также отметим в качестве характерной точки середину равномерно распределенной нагрузки (K) — это дополнительная точка для построения параболической кривой.



Определяем изгибающие моменты в точках.

$$M_D^{\text{прав}} = 0$$

Момент в т. **B** будем определять следующим образом. Сначала определим:

$$M_B^{\text{прав}} = -F \cdot 2 = -20 \cdot 2 = -40 \text{ кНм}$$

Теперь:

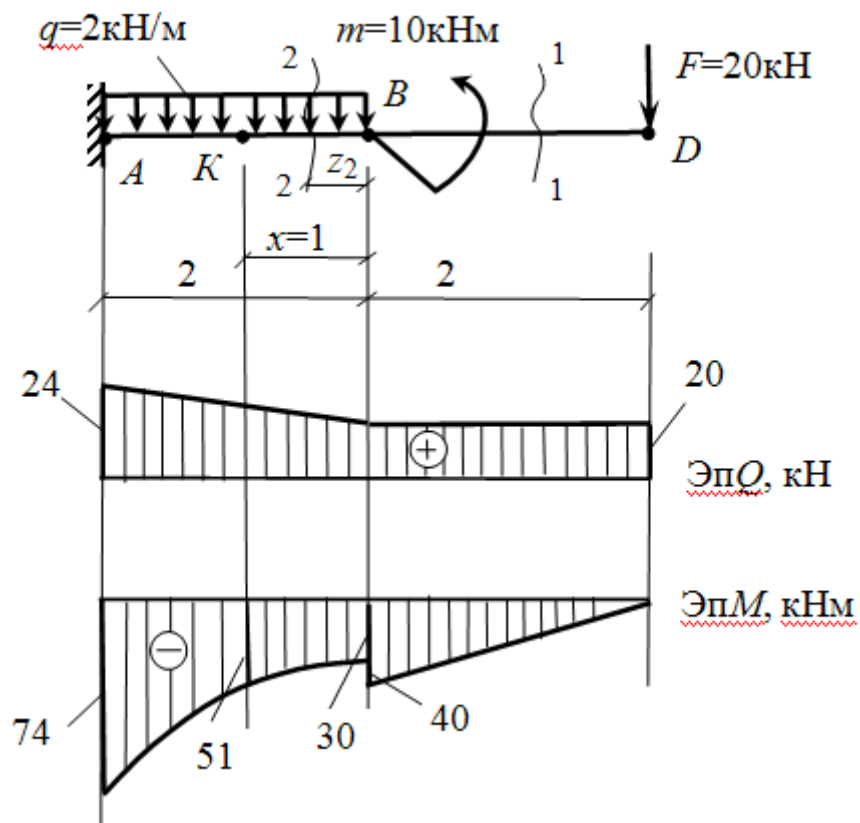
$$M_B^{\text{лев}} = M_B^{\text{прав}} + m = -40 + 10 = -30 \text{ кНм}$$

Точку **K** возьмем в **середине** участка с равномерно распределенной нагрузкой.

$$M_K^{\text{прав}} = -q \cdot 1 \cdot 0,5 + m - F \cdot (2+1) = -2 \cdot 1 \cdot 0,5 + 10 - 20 \cdot 3 = -1 + 10 - 60 = 51 \text{ кНм}$$

$$M_A^{\text{прав}} = -q \cdot 2 \cdot 1 + m - F \cdot 4 = -4 + 10 - 80 = -74 \text{ кНм}$$

Строим эпюру **M**. Участок **AB** – **параболическая кривая** (правило «дождя»), участок **BD** – **прямая наклонная линия**.

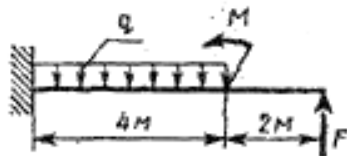


Контрольные вопросы

1. Что называется эюрой?
2. Правило знаков для поперечных сил?
3. Правило знаков для изгибающих моментов

Задание для самостоятельной работы

1. Краткий конспект
2. Пистменно ответить на контрольные вопросы
3. Решить пример. Для балки с жесткой заделкой построить эюры Q и M. Данные для расчета: $q = 10 \text{ кН/м}$, $F = 20 \text{ кН}$, $M = 10 \text{ кНм}$.



Фотографию выполненной работы прислать в личном сообщении ВК
<https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **17.02.23**, группа ХКМ 2/1, Техническая механика».