Дата <u>17.02.2023</u> Группа <u>ХКМ 2/1</u>. Курс <u>2</u>. Семестр <u>IV</u>

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 М**? 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_v 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.

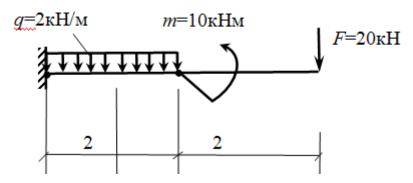
- 8. Изгибающий момент в концевых сечениях балки всегда равен нулю, за исключением случая, когда в концевом сечении действует сосредоточенная пара сил. В этом случае изгибающий момент в концевом сечении балки равен моменту действующей пары сил.
- 9. В сечении, соответствующем заделке, Q_y и M_x численно равны опорной реакции и реактивному моменту заделки.

2. Последовательность решения задач на построение эпюр:

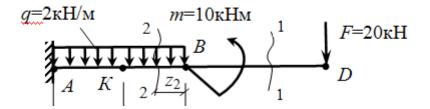
- 1) определить реакции опор балки (по двум уравнениям моментов: одно относительно левой опоры, второе относительно правой), а затем обязательно проверить правильность решения по уравнению проекций на ось, перпендикулярную балке. Следует помнить, что допущенная ошибка при определении опорных реакций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

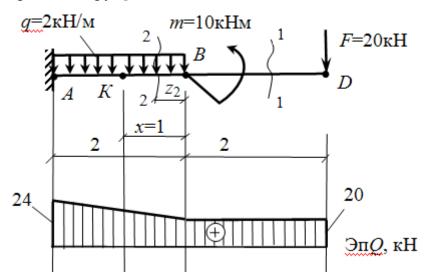


Сечение **2-2** проходит по участку с **равномерно распределенной нагрузкой**, отмечаем размер z_2 **вправо** от сечения до **начала участка**. Определяем **поперечные силы** в сечениях.

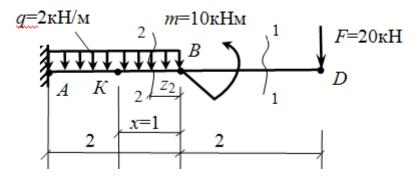
$$Q_1 = F = 20 \text{kH}$$

 $Q_2 = F + qz \Big|_0^2$
 $z = 0$ $Q_2 = F = 20 \text{kH}$;
 $z = 2$ $Q_2 = 20 + 2 \cdot 2 = 24 \text{kH}$

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.

$$M_D^{\,\mathrm{прав}}=0$$

Момент в т. $\textbf{\textit{B}}$ будем определять следующим образом. Сначала определим:

$$M_{B}^{\text{прав}} = -F \cdot 2 = -20 \cdot 2 = -40 \text{ kHm}$$

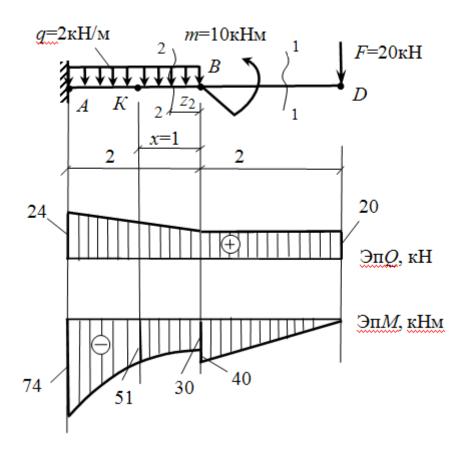
Теперь:

$$M_B^{\text{пев}} = M_B^{\text{прав}} + m = -40 + 10 = -30 \text{ kHm}$$

Точку \boldsymbol{K} возьмем в **середине** участка с равномерно распределенной нагрузкой.

$$\begin{split} M_{K}^{\text{\tiny Tipab}} &= -q \cdot 1 \cdot 0.5 + m - F \cdot \left(2 + 1\right) = -2 \cdot 1 \cdot 0.5 + 10 - 20 \cdot 3 = -1 + 10 - 60 = 51 \text{ kHm} \\ M_{A}^{\text{\tiny Tipab}} &= -q \cdot 2 \cdot 1 + m - F \cdot 4 = -4 + 10 - 80 = -74 \text{ kHm}. \end{split}$$

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

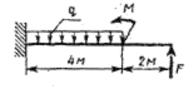


Контрольные вопросы

- 1. Что называется эпюрой?
- 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 эпюры Q и M. Данные для расчета: $q=10~\rm kH/m$, F- $20~\rm kH$, M= $10~\rm kHm$.



Фотографию выполненной работы прислать в личном сообщении BK https://vk.com/id139705283

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