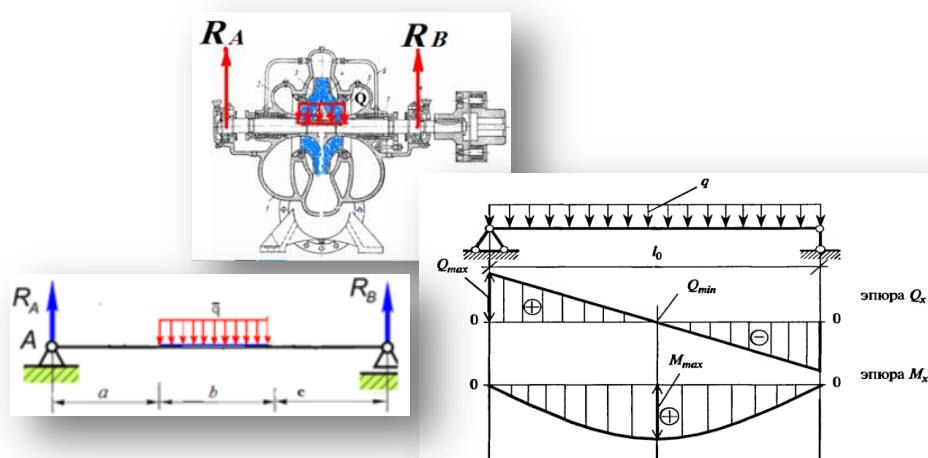


## МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

по учебной дисциплине «Техническая механика»

Тема: «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»

Специальность: 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация  
оборудования и систем газоснабжения»



РАССМОТРЕНО

на заседании предметно-цикловой  
комиссии общепрофессиональных,  
математических и общих естественно-  
научных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Председатель ПЦК

\_\_\_\_\_ А.И.Ефимова

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по  
учебной работе

\_\_\_\_\_ О.Л. Шалганова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

«Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»: Методическая  
разработка учебного занятия, 2022 – 30 с.

МЕТОДИСТ ГБПОУ ОКСК \_\_\_\_\_ Л.Н.Алчинова  
дата подпись

РАЗРАБОТАНО \_\_\_\_\_ Л.Ф.Куштанова  
дата подпись

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
1. ОСНАЩЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	5
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЗАНЯТИЯ	6
3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ	7
4. ХОД УРОКА	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Лист самооценки	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Опорный конспект	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Методические указания по выполнению практической работы	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Задания по вариантам для выполнения практической работы	28

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическая разработка выполнена на основе рабочей программы по предмету «Техническая механика» для студентов 2 курсов по специальности 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения» очной формы обучения.

Занятие представляет собой практическую работу «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов». Практическая работа - это деятельность, направленная на углубление применения, развития теоретических знаний в комплексе с формированием необходимых для этого умений и навыков. Практическая работа подготавливает к выполнению самостоятельных работ творческого характера. Наблюдение за деятельностью учащихся позволяет определить учащихся, которые нуждаются в дополнительном времени на обучение умениям, позволяет выявить наиболее сложные умения, выявить глубину понимания теоретических знаний.

Механика - одна из древнейших наук (от греческого *mechanike* (*techne*) – искусство построения машин). Все, куда бы ни взглянул человек, связано с механикой. Без знаний законов механики, умения применять их на практике невозможно представить современного инженера.

Выпускаемые в настоящее время изделия работают в очень тяжелых эксплуатационных условиях. Обслуживание и ремонт изделий требуют твёрдых знаний от специалистов в области определения нагрузок, пределов и запаса прочности материалов, правильного выбора деталей при их замене, что будет способствовать повышению качества обслуживания и ремонта и увеличения ресурса работы машин и механизмов. Чтобы выполнить расчет на прочность изгибаемого элемента любой конструкции зданий и сооружений также следует уметь строить эпюры внутренних силовых факторов. Это позволяет выявлять опасные сечения, в которых прежде всего может произойти разрушение.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что данные понятия и методы позволяют сформировать у студентов опорную базу для дальнейшего продуктивного изучения целого ряда технических дисциплин, таких как: Детали машин и механизмов, Монтаж и ремонт оборудования, Строительная механика и т.д.

Данное занятие способствует формированию навыков работы в коллективе, работы со справочной литературой, развитию творческого и логического мышления, умению самостоятельно принимать решения, формированию практических навыков при выполнении расчетных заданий, воспитанию чувства ответственности к выполнению профессиональных обязанностей.

## **1. ОСНАЩЕНИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **Технические средства обучения:**

- ноутбук;
- проектор.

### **Наглядный материал:**

- компьютерная презентация;
- плакаты;
- схемы на доске.

### **Раздаточный материал:**

- опорный конспект;
- задание по вариантам;
- методические рекомендации по выполнению практической работы;
- оценочный лист.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЗАНЯТИЯ

**Учебная дисциплина:** Техническая механика

**Курс:** 2

**Группа:** Г21-2

**Специальность:** 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения».

**Тема занятия:** «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»

**Тип занятия:** урок рефлексии.

**Вид занятия:** практическая работа.

**Норма времени:** 45 минут.

**Цели и задачи:**

Обучающие:

- обеспечить усвоение студентами следующих понятий: деформация изгиба, поперечная сила, изгибающий момент;
- научить определять величину внутренних силовых факторов, возникающих в поперечном сечении при изгибе;
- научить строить графики – эпюры внутренних силовых факторов, возникающих в поперечном сечении при изгибе;
- раскрывать взаимосвязь между изученным теоретическим материалом и практически выполненной задачей.

Развивающие:

- обеспечить формирование умений чертить графики – эпюры внутренних силовых факторов;
- развитие познавательного интереса студентов к решению задач;
- развитие логического мышления, умения делать выводы проделанной работы;
- развитие умения оценки деятельности товарищей и самооценки.

Воспитательные:

- воспитание интереса к дисциплине;
- воспитание мотивов учения, положительного отношения к знаниям;
- воспитание информационной культуры, точности, внимательности, аккуратности.

**Личностные результаты:** ЛР4, 13, 14, 16, 18-20, 26

**Формируемые компетенции:** ОК1 – ОК 11, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.1, ПК 2.2.

**Дидактические методы:** словесный, объяснительно-иллюстративный, практический, проблемно-поисковый.

**Формы организации учебной деятельности:** фронтальная, индивидуальная, групповая.

**Технологии обучения:** личностно-ориентированная..

**Межпредметные связи:** физика, математика, инженерная графика.

### 3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ

№ этапа	Этап занятия	Время этапа	Методы обучения	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	Мотивация на учебную деятельность	2 мин.	словесный	<i>Приветствие, фиксирование отсутствующих, создание благожелательной атмосферы урока, нацеленности на работу</i>	
2	Проверка домашнего задания	2 мин.	словесный	<i>Проверка домашнего задания. Ответы на вопросы</i>	Презентация
3	Актуализация опорных знаний и умений учащихся	3 мин.	словесный; наглядный	<i>Организация актуализации изученных понятий и способов действий, достаточных для построения новых знаний.</i> Ответы на вопросы. Выполнение теста	Презентация
4	Целеполагание, постановка проблемы	2 мин.	словесный; наглядный	<i>Организация учащихся к формулировке темы, постановке целей и задач занятия</i> Постановка темы и цели занятия. Демонстрация презентации	Презентация. Опорный конспект для учащихся
5	Подготовка к применению знаний и умений в знакомой и измененной ситуации	13 мин.	словесный; наглядный; объяснительно-иллюстративный, практический; объяснительно-иллюстративный	<i>Организация деятельности по освоению новых понятий и способов действий.</i> Методика решения задач на построение эпюр внутренних силовых факторов, возникающих в поперечном сечении при изгибе. Демонстрация на экране, схемы задачи на доске	Учебно-методическое пособие. Схемы на доске. Плакаты. Презентация

6	Применение знаний и умений в новой ситуации	15 мин.	словесный; объяснительно-иллюстративный; проблемно-поисковый	<i>Организация деятельности по освоению новых умений и навыков. Инструктаж по выполнению практической работы. Критерии оценки. Выполнение заданий практической работы индивидуально. Оформление работы</i>	Методические указания по выполнению практической работы. Раздаточный материал: листы с задачами
7	Контроль усвоения знаний и умений, их коррекция	2 мин.	словесный; объяснительно-иллюстративный	<i>Организация деятельности по усвоению новых умений и навыков. Помощь учащимся в решении индивидуальных задач</i>	
8	Оценка работы учащихся. Подведение итогов	2 мин.	словесный; объяснительно-иллюстративный	<i>Организация анализа учебной деятельности, обсуждение и оценивание результата. Выводы по практической работе. Анализ и оценка работы учащихся.</i>	Отчет по работе
9	Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению	2 мин.	словесный	<i>Организация деятельности по выдаче домашнего задания. Инструктаж по его выполнению.</i>	Презентация
10	Рефлексия	2 мин.	словесный	<i>Организация рефлексии своего психоэмоционального состояния, мотивации, взаимодействия с окружающими</i>	Презентация



### 3. ХОД УРОКА

#### 1. Мотивация на учебную деятельность

**Преподаватель:** Здравствуйте! Давайте проверим присутствующих на уроке. Староста, пожалуйста.

Мы продолжаем изучать виды деформаций, а именно деформацию **изгиба**. Сегодня на занятии мы будем выполнять практическую работу на тему «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов» (слайд 1)

#### 2. Проверка домашнего задания

**Преподаватель:** На прошлых занятиях вы узнали, что такое «деформация», рассмотрели основные виды деформации (растяжение, сжатие, изгиб, кручение, сдвиг и срез) (слайды 2-3)

На дом я вам задавала рассмотреть и определить вид деформации, которые мы встречаем в обыденной жизни (слайд 4)

Фронтальная работа с группой, студенты отвечают с места.

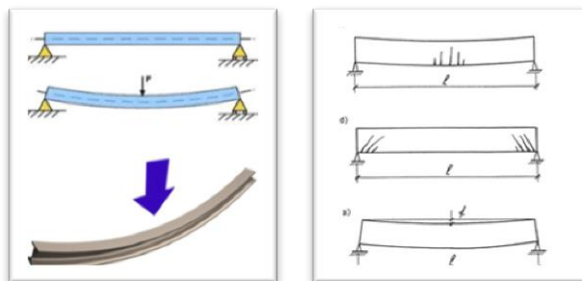
**Преподаватель:** На протяжении всего урока, вы будете себя оценивать. На столах у каждого из вас есть **Листы Самооценки** (прил. 1) (слайд 5)

Возьмите их и подпишите, напротив 1го пункта «Проверка домашнего задания» поставьте знак «+» те, кто сейчас отвечал. В последнюю графу конце занятия я вам поставлю заслуженную оценку за работу на уроке в соответствии с набранным количеством «+».

#### 3. Актуализация опорных знаний и умений учащихся

**Преподаватель:** На прошлой лекции изучали тему «Изгиб прямого поперечного бруса» (слайд 6)

Изгиб – один из основных видов деформации балки, когда прямолинейный брус под действием внешних нагрузок приобретает криволинейную форму.



Предстоящая практическая работа требует актуализации пройденного материала. Поэтому предлагаю его вспомнить и закрепить полученные знания.

Повторение у нас будет организовано немного необычным способом – мы с вами поиграем в «Слабое звено». Интеллектуальная разминка пройдет в быстром темпе экспресс-опроса. Поработаем по звеньям (6 рядов – 6 звеньев по 4 человек). Буду задавать вопросы по звеньям (по отдельности) по

пройденному на прошлом уроке лекционному материалу, имеющих отношение к сегодняшней практической работе.

Общий результат будет результатом каждого! По итогам теста определим «слабое» звено.

В то же время не забываем, что у вас есть листы самооценки, где вы каждый также отметит свои личные результаты!

Работа по звеньям. Время – 3 минуты. Разбор ошибок, затрудняющихся вопросов. Фиксирование оценок в листах самооценки!

### Тест «Слабое звено» на знание теоретического материала по теме «Изгиб прямого бруса»

1. Какой вид нагружения бруса называется чистым изгибом? **(слайд 7)**

1) вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса возникает внутренний силовой фактор – изгибающий момент;

2) вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса возникает внутренний силовой фактор – продольная сила;

3) равнодействующая внутренних касательных сил, возникающих в поперечных сечениях бруса.

2. Изгиб, при котором в поперечном сечении бруса возникает и изгибающий момент и поперечная сила, называется... **(слайд 8)**

1) чистый;

2) поперечный;

3) главный.

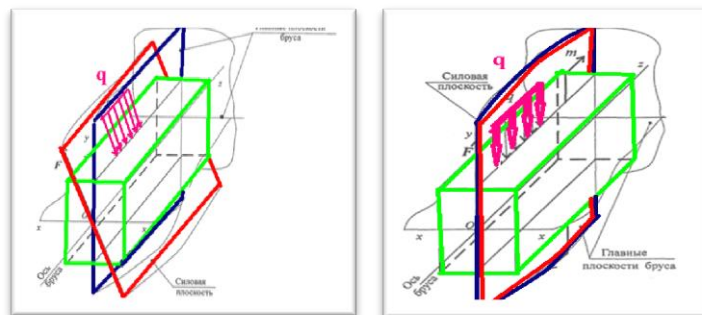
3. С помощью какого метода определяются поперечные силы и изгибающие моменты в поперечных сечениях брусьев? **(слайд 9)**

1) метод симметрий;

2) метод сечений;

3) метод проекций.

4. Какой вид изгиба представлен на рисунках? **(слайд 10)**



1) главный и второстепенный;

2) плоский и пространственный;

3) косой и прямой.

5. В поперечном сечении балки при ПРЯМОМ ПОПЕРЕЧНОМ изгибе возникают два внутренних силовых фактора: ... **(слайд 11)**

1) поперечная сила  $Q_y$  и изгибающий момент  $M_x$ ;

2) продольная сила  $N$  и нормальное напряжение;

3) крутящий момент  $M_z$  и изгибающий момент  $M_x$ .

6. Чему равна поперечная сила в поперечном сечении бруса?(**слайд 12**)

1) равнодействующей внутренних касательных сил, возникающих в поперечных сечениях бруса;

2) алгебраической сумме всех моментов от внешних сил, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения, относительно оси перпендикулярной силовой плоскости;

3) алгебраической сумме проекций всех внешних сил на ось  $Y$ , действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения.

7. Чему равен изгибающий момент в поперечном сечении бруса?(**слайд 13**)

1) равнодействующей внутренних касательных сил, возникающих в поперечных сечениях бруса;

2) алгебраической сумме всех моментов от внешних сил, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения, относительно оси перпендикулярной силовой плоскости;

3) алгебраической сумме проекций всех внешних сил на ось  $Y$ , действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения.

8. После снятия нагрузки форма и размеры тела полностью восстанавливаются. Какие деформации имеют место быть в данном случае?(**слайд 14**)

1) упругие,

2) пластичные,

3) незначительные;

9. Как называется способность конструкции выдерживать нагрузку без разрушения при действии внешних нагрузок?(**слайд 15**)

1) жесткость,

2) прочность,

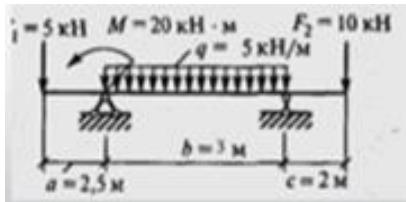
3) выносливость;

10. Для данного условия задачи выберите правильное значение равнодействующей сосредоточенной силы  $F_q$ ?(**слайд 16**)

1) 15 кН,

2) 10 кН,

3) 1 кН.

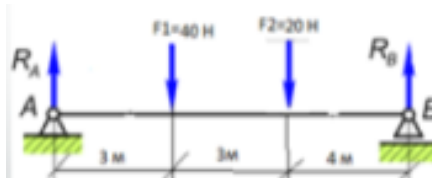


11. Для данного условия задачи выберите правильный вариант расчета проверки: ?(**слайд 17**)

1)  $R_A + R_B - F_1 - F_2 = 0$ ,

2)  $R_A + F_1 + F_2 - R_B = 0$ ,

3)  $R_A + R_B + F_1 - F_2 = 0$ ;



12. Как называются брусья, которые работают на изгиб?(**слайд 18**)

1) балки;

2) оболочки;

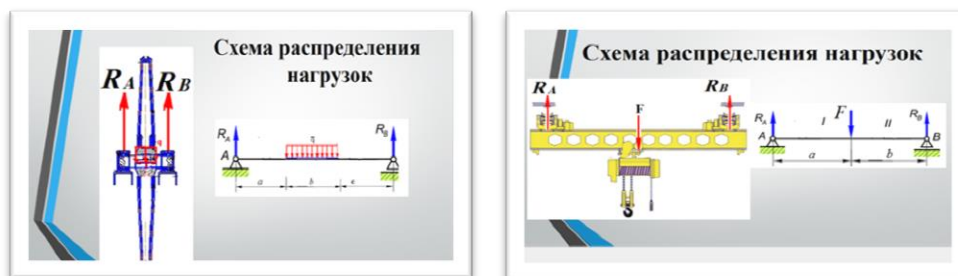
3) конструкции.

**Преподаватель:** Во многих конструкциях именно балка является основным элементом, которая работает на изгиб.

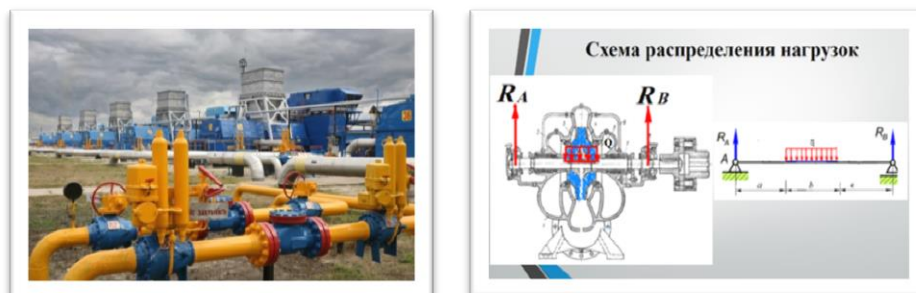
Как изгибаемый элемент рассчитывают балки, перемычки, плиты перекрытий, лестничные марши, площадки, элементы фундаментов и т.д. (слайды 19-21).



Данный вид нагружения (изгиб) также широко распространён и на производстве. Если говорить о машиностроении, это и шкивы, и кран-балки (слайды 22-23).



Если говорить непосредственно о вашей специализации, расчеты на прочность при изгибе нужны соответственно при проектировании самих зданий, также при проектировании газовых трубопроводов, газовых станций. (слайды 24-25).



**Преподаватель:** О чем же сегодня на уроке пойдет речь? На этот вопрос мы узнаем ответ решив небольшой кроссворд.

		1	Э	К	В	И	В	А	Л	Е	Н	Т	Н	Ы	Е
		2	У	П	Р	У	Г	О	С	Т	Ь				
		3	Н	Ь	Ю	Т	О	Н							
4	Д	Е	Ф	О	Р	М	А	Ц	И	Я					
		5	Н	А	П	Р	Я	Ж	Е	Н	И	Е			

Вопросы:

1. Это такие две системы сил, которые оказывают одинаковое действие на тело?
2. Способность тел восстанавливать свои первоначальные форму и размеры тела после снятия нагрузки?
3. Единица измерения силы?
4. Изменение формы и размеров тел под действием внешних сил?
5. Мера интенсивности распределения внутренних сил на некотором участке внутри материала?

Фронтальная работа с группой, студенты отвечают с места.  
Фиксирование оценок в листах самооценки!

#### 4. Целеполагание, постановка проблемы

**Преподаватель:** Исходя из темы урока, давайте вместе сформулируем цель занятия, что мы сегодня должны изучить и закрепить. Четко сформулированные цели помогут нам добиться хороших результатов!

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: (слайд 26)

1. Научиться определять значения внутренних силовых факторов в поперечном сечении бруса, возникающие при изгибе: поперечной силы и изгибающего момента;
2. Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

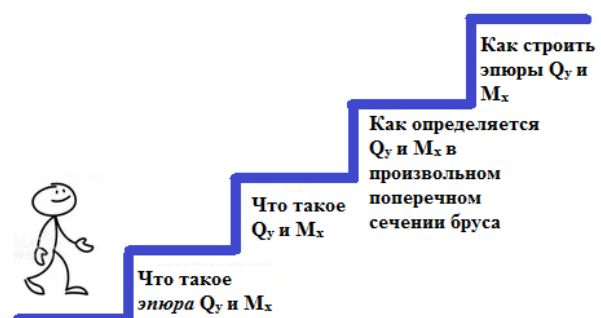
**Преподаватель:**

Посмотрите, пожалуйста, у вас на столах есть еще листы «Опорный конспект» (прил. 2). На этом листе найдите графу «Определение целей урока». Посмотрите внимательно на предложенные вопросы, то есть, чтобы достичь поставленных целей, мы должны ответить на эти вопросы.

Есть такой прием «Лестница успеха. Каждая ступень – один из видов работы. По мере изучения темы, будем с каждым разом выше на ступень подниматься (слайд 27)

1	Что такое эпюра $Q_y$ и $M_x$
2	Что такое поперечная сила $Q_y$ ?
3	Как определяется $Q_y$ в произвольном поперечном сечении бруса?
4	Что такое изгибающий момент $M_x$ ?
5	Как определяется $M_x$ в произвольном поперечном сечении бруса?
6	Как строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?

#### ЛЕСТНИЦА УСПЕХА



Работа группы с опорными листами.



## 5. Подготовка к применению знаний и умений в знакомой и измененной ситуации

### ПРОСМОТР ВИДЕО «Изгиб консольной балки»

Чтобы выполнить расчет на прочность изгибаемого элемента следует уметь строить *эпюры ВСФ*.

*Эпюра* – график, где наглядно представлены характер изменения поперечной силы и изгибающего момента по длине балки (слайд 28).

*Для чего нужны эпюры?*

Эпюры строятся для визуального представления распределения внутренних силовых факторов. При помощи эпюры возможно определить максимально допустимую нагрузку на материал.

По построенной эпюре выявляют *опасные сечения*, в которых возникают наибольшие касательные и нормальные напряжения.

*Для проверки прочности элементов, подверженных деформации «прямой изгиб», следует выявить опасные сечения. Если будет обеспечена прочность в этих сечениях, то она будет обеспечена во всех остальных сечениях балки* (слайд 29).

Используя полученные эпюры, проводят различные расчеты балок. Например, по максимальным значениям  $M_x$  подбирают размеры поперечных сечений балки или проверяют прочность балки, если размеры эти уже заданы.

### ПРОСМОТР ВИДЕО «Понимание напряжений в балках»

(слайд 30)

Итак, что же такое Поперечная сила  $Q_y$  и Изгибающий момент  $M_x$ .

Поперечная сила  $Q_y$  – результат вертикальных касательных напряжений, действующих параллельно поперечному сечению балки.

Изгибающий момент  $M_x$  – результат нормальных напряжений, действующих перпендикулярно поперечному сечению балки.

Работа группы с опорными листами.

*Порядок выполнения работы: (слайд 31).*

1. Определить опорные реакции балки.
2. Обозначить характерные сечения (точки) балки.
3. Определить  $Q_y$  (кН) в характерных точках. Построить эпюру  $Q_y$ .
4. Определить  $M_x$ , (кН·м) в характерных точках. Построить эпюру  $M_x$ .

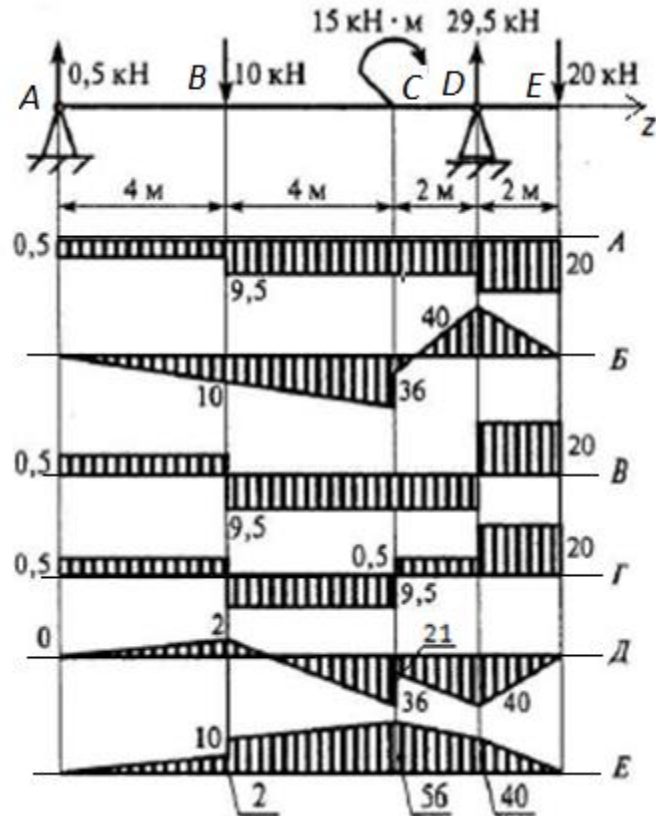
Если на участке с распределенной нагрузкой есть  $Q=0$ , необходимо посчитать  $M_{экстр}$ .

5. Выявить опасные сечения

ПРОСМОТР ВИДЕО «Правила знаков для поперечных сил и изгибающих моментов»

**Пример решения задачи:**(слайд 32).

Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру поперечной силы и изгибающего момента для изображенной балки.



**Строим эпюру  $Q_y$ .** Определим значения поперечных сил в характерных точках:

$$\begin{aligned} Q_A^{\text{лев}} &= 0; \\ Q_A^{\text{прав}} &= 0,5 \text{ кН}; \\ Q_B^{\text{лев}} &= 0,5 \text{ кН}; \\ Q_B^{\text{прав}} &= 0,5 - 10 = -9,5 \text{ кН}; \\ Q_C &= 0,5 - 10 = -9,5 \text{ кН}; \\ Q_D^{\text{лев}} &= 0,5 - 10 = -9,5 \text{ кН}; \\ Q_D^{\text{прав}} &= 0,5 - 10 + 29,5 = 20 \text{ кН}; \\ Q_E^{\text{лев}} &= 0,5 - 10 + 29,5 = 20 \text{ кН}; \\ Q_E^{\text{прав}} &= 0,5 - 10 + 29,5 - 20 = 0. \end{aligned}$$

**Строим эпюру  $M_x$ .** Определим изгибающие моменты в характерных точках:

$$\begin{aligned} M_A &= 0; \\ M_B &= 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}; \\ M_C^{\text{лев}} &= 0,5 \cdot 8 - 10 \cdot 4 = -36 \text{ кН}\cdot\text{м}; \\ M_C^{\text{прав}} &= 0,5 \cdot 8 - 10 \cdot 4 + 15 = -21 \text{ кН}\cdot\text{м}; \\ M_D &= 0,5 \cdot 10 - 10 \cdot 6 + 15 = -40 \text{ кН}\cdot\text{м}; \\ M_E &= 0,5 \cdot 12 - 10 \cdot 8 + 15 + 29,5 \cdot 2 = 0. \end{aligned}$$

**Ответ:** для  $Q_y$  – В, для  $M_x$  – Д

## Определение уровня усвоения новой темы

**Преподаватель:** Предлагаю проверить насколько вы поняли новый материал. Попрошу вас ответить быстро на тестовые вопросы.

Индивидуальная работа обучающихся. После ответов студенты меняются листами попарно и проверяют работы в соответствии с ключом.

Фиксирование оценок в листах самооценки!

### Тест: ЭПЮРЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ

1. На участках балки, где поперечная сила отрицательна, изгибающий момент...  
а) имеет максимум или минимум;                      в) убывает;  
б) положительный;                                              г) возрастает.
2. На участках балки, где поперечная сила положительна, изгибающий момент...  
а) имеет максимум или минимум;                      в) убывает;  
б) положительный;                                              г) возрастает.
3. В сечениях балки, где приложена сосредоточенная сила, на эпюре поперечных сил имеется...  
а) точка перелома;                                              в) не меняет своего значения;  
б) скачек;                                                              г) нулевое значение.
4. В сечениях балки, где приложен внешний момент, на эпюре изгибающих моментов будет...  
а) точка перелома;                                              в) не меняет своего значения;  
б) скачек;                                                              г) нулевое значение.
5. При чистом изгибе изгибающий момент...  
а) постоянный;                                                      в) равен нулю;  
б) возрастает;                                                        г) убывает.

Взаимопроверка по (слайду 33)

#### Ключ к тесту:

1	2	3	4	5
в	г	б	б	а

Вы получили код:

У кого совпали все буквы – ставим оценку «5»,

у кого не совпала одна буква – ставим «4»,

у кого больше – вам придется повторить пройденный материал.

#### Критерии:

90-100 %	«5»	5 правильных
75-89 %	«4»	4 правильных
50-74 %	«3»	3 правильных
менее 50 %	«2»	менее 3 правильных



## 6. Применение знаний и умений в новой ситуации

***Преподаватель:** Переходим сейчас к выполнению практической работы. Выполняем работу индивидуально в соответствии с вариантом задания, оформляем практическую работу(слайд 34).*

Раздача индивидуальных заданий и методических рекомендаций по выполнению практической работы.

Индивидуальная работа обучающихся

## 7. Контроль усвоения знаний и умений, их коррекция

***Преподаватель:** У кого возникают трудности с выполнением задания?*

Индивидуальная работа обучающихся, помощь учителя.

## 8. Оценка работы учащихся

***Преподаватель:** Предлагаю сейчас сделать анализ и оценку вашей работы. Какие выводы вы сделали в ходе проведения практической работы? Получились ли у вас положительные результаты в ходе выполнения задачи?*

Итоги проделанной работы.

Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру поперечной силы и изгибающего момента для изображенной балки.

Фиксирование оценок в листах самооценки!

## 9. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению

***Преподаватель:** Для тех, кто не успел выполнить практическую работу, домашним заданием будет доделать дома. Принести к следующему занятию.*

## 10. Рефлексия

***Преподаватель:** Сегодня мы с вами хорошо поработали(слайд 38). Посмотрите на «Лестницу успеха», мы добрались до вершины, а значит, поставленные цели достигли.*

*Пригодятся ли эти знания в вашей профессиональной деятельности?*

*Хотелось бы узнать ваше мнение об уроке.*

*На листах самооценки (приложение 3) попрошу вас также ответить на вопросы по трем направлениям.*

<b>Урок</b>	<b>Я на уроке</b>	<b>Итог</b>
1. интересно	1. работал	1. понял материал
2. скучно	2. отдыхал	2. узнал больше, чем знал
3. безразлично	3. помогал другим	3. не понял

*Выберите предложенные незаконченные предложения и продолжите их*

- 1. Сегодня я научился...**
- 2. Было интересно узнать, что...**
- 3. Мне было трудно...**

*Я надеюсь, что умения, приобретенные на уроке, помогут вам достичь успеха в будущем. Благодарю вас за урок. Вы молодцы!*

*Урок окончен.*

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Использование на уроках различных методов: личностно-ориентированных, применение здоровьесберегающих технологий приводит к формированию интереса к дисциплине, развития познавательной активности, любознательности, целеустремленности.

В представленной методической разработке реализована задача усовершенствования методики изучения нового материала с применением современных средств предоставления информации, визуализации излагаемого материала, для освоения необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности компетенций.

Изложение нового материала проведено по плану, который позволяет студентам последовательно и подробно изучить область применения полученных ими знаний, изучить методику расчета усилий и построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.

Способ предоставления информации осуществляется с помощью презентации, в которой предлагается фото и видеоматериал, позволяющий преподавателю излагать материал с практической направленностью в области горного производства.

В заключительной части разработана методика, направленная на объективный контроль полученных студентами знаний, путем выполнения индивидуальных заданий.

В результате работы над методической разработкой был применен комплексный подход в использовании современных методов предоставления информации, применения прогрессивных методов обучения, объективной оценке полученных знаний студентами, что подтверждает необходимость применения современных IT-технологий в сфере образования и способствует усовершенствованию методики изучения нового материала.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Основные источники:

1. Бабичева, И.В. Техническая механика: учебное пособие — Москва: Русайнс, 2019. — 101 с.
2. Сербин, Е.П. Техническая механика: учебник — Москва :КноРус, 2019. — 400 с. — (Среднее профессиональное образование).
3. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике: учебное пособие для студентов сред. проф. образования – 3е изд, –М.: Издательский центр «Академия», 2020. — 224с.
4. Чернобробова, О.Г. Техническая механика: учебник – Москва: КНОРУС, 2021. – 218 с. - (Среднее профессиональное образование).

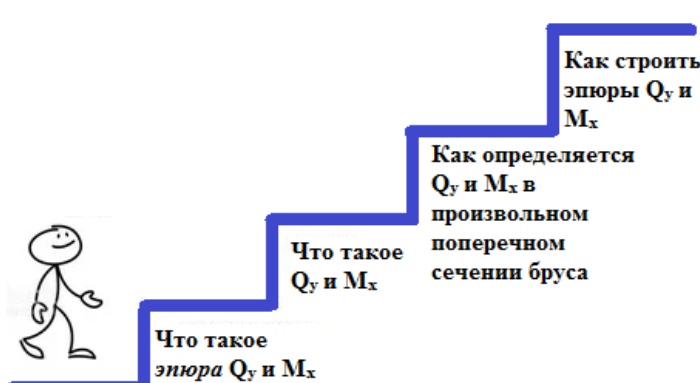
**Лист самооценки**

Фамилия Имя \_\_\_\_\_

1. Проверка домашнего задания	
2. Тест «Слабое звено»	
3. Кроссворд	
4. Тест «Усвоение нового материала»	
5. Выполнение практической работы	
Оценка учителя за урок:	

**Опорный конспект**

Фамилия Имя \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

<p><b>Определение целей урока:</b></p>	<p><b>ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:</b></p> <p>1. Научиться определять значения внутренних силовых факторов в поперечном сечении бруса, возникающие при изгибе: поперечной силы и изгибающего момента;</p> <p>2. Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p style="text-align: center;"><b>ЛЕСТНИЦА УСПЕХА</b></p> 
<p><b>Изучение нового материала:</b></p>	<p>Эпюра - _____</p> <p>_____</p> <p>Чтобы выполнить расчет на прочность изгибаемого элемента, необходимо <u>выявить опасные сечения</u>. Если будет обеспечена прочность <u>в этих сечениях</u>, то она будет обеспечена <u>во всех остальных сечениях</u> балки.</p>

**Изучение  
нового  
материала:**

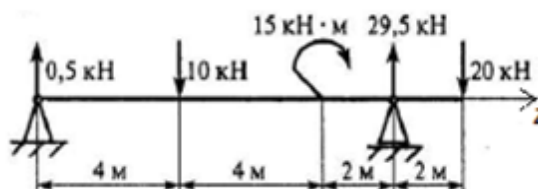
**Соотнести:**

Поперечная сила $Q_y$ -	алгебраической сумме проекций всех внешних сил на ось $Y$ , действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения
Изгибающий момент $M_x$ -	результат вертикальных касательных напряжений, действующих параллельно поперечному сечению балки
$Q_y$ в произвольном поперечном сечении бруса равна ...	алгебраической сумме всех моментов от внешних сил, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения
$M_x$ в произвольном поперечном сечении бруса равен ...	результат нормальных напряжений, действующих перпендикулярно поперечному сечению балки

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

	Определить $M_x$ , (кН·м) в характерных точках
	Обозначить характерные сечения (точки) балки
	Построить эпюру $M_x$
	Определить $Q_y$ (кН) в характерных точках
	Определить опорные реакции балки
	Выявить опасные сечения
	Построить эпюру $Q_y$

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ:



**Методические указания по проведению практической работы****ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6****ТЕМА:** « Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** научиться определять поперечные силы и изгибающие моменты в сечениях бруса, научиться строить соответствующие эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.**НЕОБХОДИМО РЕШИТЬ ЗАДАЧУ.** Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки на двух опорах по данным одного из вариантов.**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ****Алгоритм решения задачи:**

1. Определяют опорные реакции балки.
2. Обозначают характерные сечения (точки) балки.
3. Строят эпюру поперечных сил  $Q_y$ .
4. Строят эпюру изгибающих моментов  $M_x$ .

**1. Определяют опорные реакции балки** (см. порядок решения задачи практической работы 2).

**2. Обозначают характерные сечения (точки) балки.** Ими являются концевые сечения балки, опоры, точки приложения сосредоточенных сил и моментов, начало и конец распределенной нагрузки.

**3. Строят эпюру поперечных сил  $Q_y$ .** Для этого определяют значения поперечных сил в характерных точках. Напомним, что поперечная сила в сечении равна сумме проекций всех сил, расположенных только слева или только справа от рассматриваемого сечения, на ось, перпендикулярную оси элемента. Силу, расположенную слева от рассматриваемого сечения и направленную вверх, считают положительной (со знаком «плюс»), а направленную вниз — отрицательной (со знаком «минус»). Для правой части балки — наоборот.

В сечениях, соответствующих точкам приложения сосредоточенных сил, в том числе в точках приложения опорных реакций, необходимо определить два значения поперечной силы: чуть левее рассматриваемой точки и чуть правее ее. Поперечные силы в этих сечениях обозначаются соответственно  $Q_{\text{лев}}$  и  $Q_{\text{прав}}$ .

Найденные значения поперечных сил в характерных точках откладываются в некотором масштабе от нулевой линии. Эти значения соединяются прямыми линиями по следующим правилам:

- а) если на участке балки нет распределенной нагрузки, то под этим участком значения поперечных сил соединяются прямой линией, параллельной нулевой линии;
- б) если на участке балки приложена распределенная нагрузка, то под этим участком значения поперечных сил соединяются прямой, наклонной к нулевой линии. Она может пересекать или не пересекать нулевую линию.

Соединив все значения поперечных сил по указанным правилам, получим график изменения поперечных сил по длине балки. Такой график называется эпюрой  $Q_y$ .

**4. Строят эпюру изгибающих моментов  $M_x$ .** Для этого определяют изгибающие моменты в характерных сечениях. Напомним, что изгибающий момент в рассматриваемом сечении равен сумме моментов всех сил (распределенных, сосредоточенных, в том числе и опорных реакций, а также внешних сосредоточенных моментов), расположенных только слева или только справа от этого сечения. Если моменты изгибают балку выпуклостью вниз, они слева и справа от сечения считаются положительными, если изгибают выпуклостью вверх — считаются отрицательными.

В сечениях, соответствующих точкам приложения сосредоточенных моментов, необходимо определить два значения изгибающего момента: чуть левее рассматриваемой точки и чуть правее ее. Изгибающие моменты в этих точках обозначаются соответственно  $M^{лев}$  и  $M^{прав}$ . В точках приложения сил определяется одно значение изгибающего момента.

Полученные значения откладываются в некотором масштабе от нулевой линии. Эти значения соединяются в соответствии со следующими правилами:

- а) если на участке балки нет распределенной нагрузки, то под этим участком балки два соседних значения изгибающих моментов соединяются прямой линией;
- б) если к участку балки приложена распределенная нагрузка, то под этим участком значения изгибающих моментов для двух соседних точек соединяются по параболе.

Парабола имеет выпуклость в сторону действия нагрузки (при действии нагрузки сверху парабола обращена выпуклостью вниз). При этом, если эпюра  $Q_y$  на рассматриваемом участке не пересекает нулевую линию, то эпюра  $M_x$  (она является параболой) может быть построена по двум точкам, так как все значения изгибающих моментов в промежуточных точках находятся между значениями в характерных сечениях. Если эпюра  $Q_y$  пересекает нулевую линию, то под этим сечением эпюра  $M_x$  будет иметь экстремальное (максимальное или минимальное) значение или вершину параболы. Положение этой точки находят по эпюре из подобия треугольников (см. примеры 9, 10). Затем находят значение изгибающего момента в этом сечении и строят эпюру  $M_x$  на участке с распределенной нагрузкой по трем точкам.

Соединив все значения изгибающих моментов по указанным правилам, получают график изменения изгибающих моментов по длине балки. Такой график называется эпюрой  $M_x$ .

Приведенный способ построения эпюр  $Q_y$  и  $M_x$  назовем способом построения эпюр по характерным сечениям. Такой способ является частным случаем более общего, хотя и более трудоемкого способа, который называется способом построения эпюр по участкам. Порядок построения эпюр при этом способе следующий. Балку разбивают на участки. Границами участков являются характерные сечения. Для каждого участка записывается закон изменения усилий  $Q_y$  и  $M_x$  и определяются их величины при граничных значениях. По найденным величинам усилий строят соответствующие эпюры.

Существует несколько способов проверки правильности построения эпюр. Наиболее простой способ проверки заключается в том, что суммы моментов всех левых и всех правых сил, взятые отдельно, в любой точке балки должны быть равны между собой.

### Вопросы для самоконтроля:

1. В каком случае балка работает на изгиб?
2. Что такое чистый и поперечный изгиб? Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях бруса в этих случаях?
3. Каким методом определяют внутренние силовые факторы, действующие в поперечных сечениях на изгиб?
4. Чему равны поперечная сила и изгибающий момент в продольном сечении балки при изгибе?
5. Для чего строятся эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?

**Пример 9.** Построить эпюры  $Q_y$  и  $M_x$  для балки, показанной на рис. 24

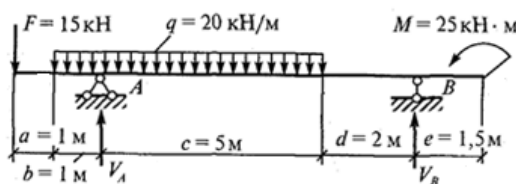


Рис. 24



### Решение:

1. Определим опорные реакции балки.

1.1. Изобразим балку вместе с нагрузками и выберем расположение координатных осей, совместив ось  $x$  с балкой, а ось  $y$  направив перпендикулярно оси  $x$ .

1.2. Обозначим опоры  $A$  и  $B$ .

1.3. Заменяем распределенную нагрузку ее равнодействующей.

$$F_q = ql = 20 \cdot (5+1) = 120 \text{ кН.}$$

1.4. Укажем опорные реакции  $V_A$ ,  $H_A$  и  $V_B$ .

1.5. Составим уравнения равновесия:  $\sum M_A(F_k) = 0$ ;  $\sum M_B(F_k) = 0$ ;  $\sum F_X = 0$ .

$$\sum F_X = 0; H_A = 0.$$

$$\sum M_A(F_k) = 0; -F(a+b) + F_q\left(\frac{b+c}{2} - b\right) - V_B(c+d) - M = 0;$$

$$-15 \cdot 2 + 120 \cdot 2 - V_B \cdot 7 - 25 = 0; \text{откуда } V_B = \frac{-15 \cdot 2 + 120 \cdot 2 - 25}{7} = 26,4 \text{ кН.}$$

$$\sum M_B(F_k) = 0; -F(a+b+c+d) + V_A(c+d) - F_q\left(\frac{b+c}{2} + d\right) - M = 0;$$

$$-15 \cdot 9 + V_A \cdot 7 - 120 \cdot 5 - 25 = 0; \text{откуда } V_A = \frac{15 \cdot 9 + 120 \cdot 5 + 25}{7} = 108,6 \text{ кН.}$$

1.6. Выполним проверку решения, используя уравнение  $\sum F_Y = 0$ ,

$$-F + V_A - F_q + V_B = 0; -15 + 108,6 - 120 + 26,4 = 0.$$

Ответ:  $H_A = 0$ ;  $V_A = 108,6 \text{ кН}$ ;  $V_B = 26,4 \text{ кН}$ .

2. Обозначим характерные сечения балки  $C, D, A, E, B, K$  (рис. 25).

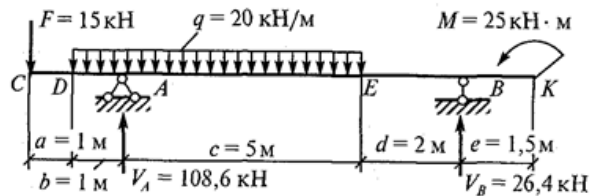


Рис. 25

3. Строим эпюру  $Q_y$ . Определим значения поперечных сил в характерных сечениях:

$$Q_C = -F = -15 \text{ кН};$$

$$Q_D = -F = -15 \text{ кН};$$

$$Q_A^{\text{лев}} = -F - qb = -15 - 20 \cdot 1 = -35 \text{ кН};$$

$$Q_A^{\text{прав}} = -F - qb + V_A = -15 - 20 \cdot 1 + 108,6 = 73,6 \text{ кН};$$

$$Q_E = -F - q(b+c) + V_A = -15 - 20 \cdot 6 + 108,6 = -26,4 \text{ кН};$$

$$Q_B^{\text{лев}} = Q_E = -26,4 \text{ кН};$$

$$Q_B^{\text{прав}} = Q_B^{\text{лев}} + V_B = -26,4 + 26,4 = 0;$$

$$Q_K = 0.$$

Соединим полученные значения прямыми линиями (рис. 26, б) и получим эпюру  $Q_y$ . Эпюра  $Q_y$  на участке  $AE$  пересекает нулевую линию. Определим положение точки, в которой эпюра  $Q_y$  пересекает нулевую линию. Рассмотрим подобие треугольников  $HRL$  и  $HNS$  (рис. 26, б), откуда  $HR / HN = HL / HS$ , или  $x_0 / 5 = 73,6 / 100$ , откуда  $x_0 = 73,6 \cdot 5 / 100 = 3,68 \text{ м}$ .

Это сечение считается также характерным для эпюры  $Q_y$  и  $M_x$ .

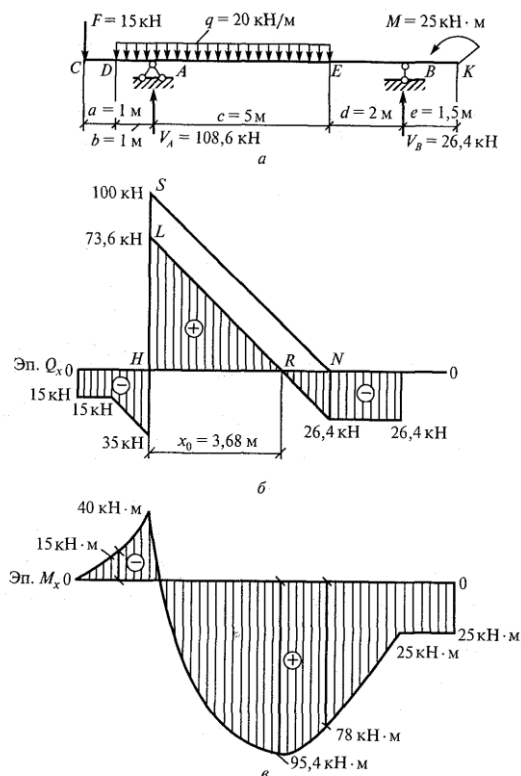


Рис.26

#### 4. Строим эпюру $M_x$ .

Определим изгибающие моменты в характерных точках:

$$M_C = 0;$$

$$M_D = -Fa = -15 \cdot 1 = -15 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_A = -F(a+b) - (qb)(b/2) = -15 \cdot 2 - 20 \cdot 1 \cdot 0,5 = -40 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_E = -F(a+b+c) + V_A c - q(b+c)(b+c)/2 = -15 \cdot 7 + 108,6 \cdot 5 - 20 \cdot 6 \cdot 3 = 78 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{x_0} = 3,68 = -F(a+b+x_0) + V_A x_0 - q(b+x_0)(b+x_0)/2 = -15 \cdot 5,68 + 108,6 \cdot 3,68 - 20 \cdot 4,68 \cdot 2,34 = 95,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_B = M = 25 \text{ кН} \cdot \text{м} \text{ (рассмотрена правая часть балки ВК);}$$

$$M_K = M = 25 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Строим эпюру  $M_x$  на участках между характерными точками:

а) на участке CD нагрузки нет, поэтому эпюра  $M_x$  — прямая линия, соединяющая значения  $M_C = 0$  и  $M_D = -15 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;

б) на участке DA действует распределенная нагрузка, поэтому эпюра  $M_x$  — парабола. Так как эпюра  $Q_y$  на этом участке не пересекает нулевую линию, то парабола не имеет экстремального значения, поэтому величины изгибающих моментов в сечениях D и A соединим кривой, значения которой находятся в интервале  $-15 \text{ кН} \cdot \text{м} \dots -40 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;

в) на участке AE действует распределенная нагрузка, поэтому эпюра  $M_x$  — парабола. Так как эпюра  $Q_y$  на этом участке пересекает нулевую линию, то парабола имеет экстремальное значение (вершину), поэтому эпюру  $M_x$  строим по трем значениям:  $M_A = -40 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $M_{x_0} = 95,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $M_E = 78 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;

г) на участке EB нет нагрузки, поэтому эпюра  $M_x$  — прямая, соединяющая значения  $M_E = 78 \text{ кН} \cdot \text{м}$  и  $M_B = 25 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;

д) на участке BK нет нагрузки, поэтому эпюра  $M_x$  — прямая линия, соединяющая значения  $M_B = 25 \text{ кН} \cdot \text{м}$  и  $M_K = 25 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Эпюра  $M_x$  построена (рис. 26, в).

В качестве проверки возьмем сумму моментов всех сил относительно точки, расположенной на расстоянии  $x_0$  от левой опоры, но рассмотрим правую часть балки:  $M_{x_0} = q(c-x_0)(c-x_0)/2 + V_B(c-x_0+d) + M = -20 \cdot 1,32 \cdot 0,66 + 26,4 \cdot 3,32 + 25 = 95,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

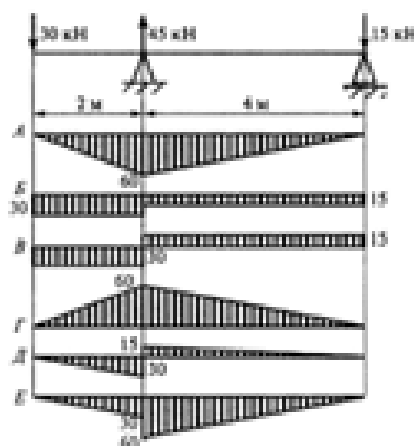
Разница в значениях  $M_x$  при рассмотрении левых и правых сил возможна из-за округления величин опорных реакций и расстояния  $x_0$ .

**ТЕМА:** «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»

**ЗАПЯЧА:**

**PRETHERMITE:**

## Experiment 1

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

					Фамилия Имя _____, группа _____	Лист _____
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

**ТЕМА: «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»**

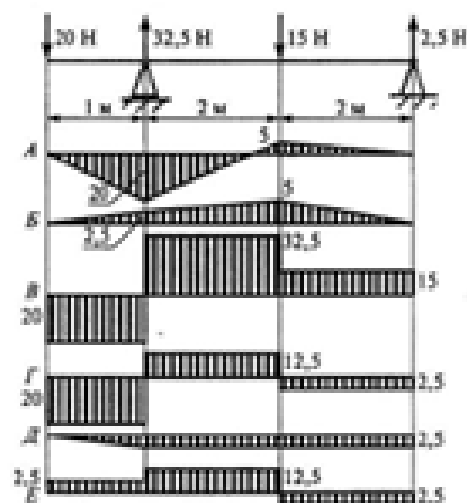
**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** научиться определять значения внутренних силовых факторов в поперечном сечении бруса, возникающие при изгибе: поперечной силы и изгибающего момента; научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

### ЗАДАЧА:

Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру поперечной силы и изгибающего момента для изображенной балки.

**PEWEEHKE:**

## Берпашт 2

[illegible]

					Фамилия Имя _____, группа _____	Лист _____
Имя	Лист	№ Ваканс	Подпись	Дата		

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

**ТЕМА:** «Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»

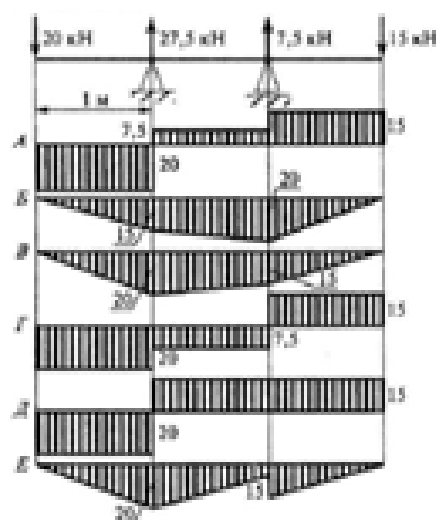
**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** научиться определять значения внутренних силовых факторов в поперечном сечении бруса, возникающие при изгибе: поперечной силы и изгибающего момента; научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

### ЗАДАЧА:

Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру поперечной силы и изгибающего момента для изображенной балки.

**PEUTER HET:**

### Барнаит 3

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.

					Фамилия Имя _____, группа _____	Лист _____
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		