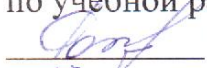


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Архангельской области  
«ВЕЛЬСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНИКУМ  
ИМЕНИ Г.И. ШИБАНОВА»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

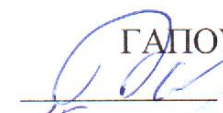
СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по учебной работе

 С.Н.Рохина  
« 15 » сентября 20 16 г.

УТВЕРЖДАЮ

директор

 ГАПОУ АО «ВСТ»  
А.Г.Варавин  
« 15 » сентября 20 16 г.

КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА

ОП.02 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

по специальности СПО

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

базовой подготовки

Вельск 2016

Комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине (междисциплинарному курсу) ОП.02 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по специальности СПО 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения базового уровня разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины профессионального цикла ОП. 02 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Разработчики:

Преподаватель ГАПОУ АО «ВСТ»

Онохина З.А.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению  
на заседании методической (цикловой) комиссии  
отделения \_\_\_\_\_

протокол № от « » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Председатель М(Ц)К Соломатова Н.П.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....                                                                                                                                                      | 3 |
| 1.1. Область применения .....                                                                                                                                                                                | 3 |
| 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке.....                                                                                                                                                  | 4 |
| 3. Оценка освоения умений и знаний учебной дисциплины.....                                                                                                                                                   | 6 |
| 4. КОМПЛЕКТ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ<br>УМЕНИЙ, УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ, СФОРМИРОВАННОСТИ ОБЩИХ И<br>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ<br>ДИСЦИПЛИНЫ (МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА)..... | 7 |
| 4.1. Комплект материалов для оценки уровня освоения умений, усвоения знаний,<br>сформированности общих и профессиональных компетенций по УД (МДК) с<br>использованием практических заданий .....             | 7 |

### **1. Паспорт комплекта контрольно-измерительных материалов**

## **1.1. Область применения**

Комплект контрольно-измерительных материалов предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины (далее - УД) техническая механика основной профессиональной образовательной программы (далее - ОПОП) по специальности СПО 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

**Комплект контрольно-оценочных средств позволяет оценивать:**

## 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Таблица 1

| Общие компетенции                                                                                                                                              | Средства проверки (№№ заданий, место, время, условия их выполнения)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.                                                   | Проявление интереса к будущей профессии через: участие в студенческих олимпиадах; установок к работе.<br><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i>                                                                                                                                                                                                                |
| ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.     | Выбор и применение методов и способов решения задач в изучаемой дисциплине;<br>Оценка эффективности и качества выполнения;<br><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i>                                                                                                                                                                                           |
| ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.                                                                | Решение стандартных и нестандартных способов решения задач в области изучаемой дисциплины; нахождение оптимальных решений для достижения цели.<br><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i>                                                                                                                                                                       |
| ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. | поиск необходимой информации с использованием различных источников, включая электронные<br><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i>                                                                                                                                                                                                                              |
| ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.                                                                  | Владение приемами работы с компьютером, электронной почтой, Интернетом;<br>-оформление результатов самостоятельной работы с использованием ИКТ ( в виде презентаций);- ссылка на интернет- ресурсы при подготовке д/з и ответах на уроках;- использование специального программного обеспечения при подготовке заданий. <i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i> |
| ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.                                                         | -умение работать в группах;- наличие лидерских качеств;- установление и поддержка хороших отношений с сокурсниками и преподавателями;- активное внесение личного вклада в работу коллектива;<br><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i>                                                                                                                         |
| ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за                                                                                 | - проявление ответственности за работу подчиненных, результат выполнения заданий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| результат выполнения заданий.                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- проявление лидерских качеств</li> <li>- производить контроль качества выполненной работы и нести ответственность за выполненную работу;</li> <li>- проявление ответственности за работу подчиненных, результат выполнения заданий;</li> <li>- самоанализ и коррекция результатов собственной работы</li> </ul> <p><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i></p> |
| ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельный, профессионально-ориентированный выбор тематики графических работ</li> <li>- обучение на курсах дополнительной подготовки</li> <li>- организация самостоятельных занятий при изучении дисциплины</li> </ul> <p><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i></p>                                                                                    |
| ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение практических занятий с учетом инноваций в области профессиональной деятельности;</li> <li>- анализ инноваций в области разработки технологических процессов;</li> <li>- использование «элементов реальности» в работах обучающихся</li> </ul> <p><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i></p>                                                       |
| ОК 10. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентация на воинскую службу с учетом знаний по дисциплине</li> </ul> <p><i>Средства проверки: выполнение практических занятий.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                         |

### 3. Оценка освоения умений и знаний учебной дисциплины.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине техническая механика, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Таблица 2.

| Перечень знаний и умений                                                                        | Номера заданий                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                                                                                               | 2                                     |
| <b>Знать:</b><br>выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений; | Практическое занятие №1,2,3,4,5,6,7,8 |
| определять координаты центра тяжести тел;                                                       | Практическое занятие №8,9,10          |
| <b>Уметь:</b><br>основные понятия и законы механики твердого тела;                              | Практическое занятие №1,2,3,6         |
| методы механических испытаний материалов                                                        | Практическое занятие №5,6,7,9         |

Промежуточный контроль по дисциплине ОП.02 «Техническая механика» осуществляется в виде экзамена.

Условием допуска к экзамену является положительная оценка по всем практическим занятиям.

Условием положительной аттестации по дисциплине на экзамене является положительная оценка освоения всех умений, знаний, а также формируемых профессиональных компетенций по всем контролируемым показателям.

#### 4. Материалы для текущей проверки и оценки знаний и умений

Состоят из:

1. Практических занятий - 10
2. Экзаменационные билеты - 20

## «Плоская система произвольно расположенных сил» Практическое занятие №1.

*Тип урока:* практический.

*Цель работы:* научиться приобрести прочные навыки определения реакции опор.

*Приборы и оборудование:* индивидуальные карточки-задания.

*Литература:* Эрдеди А.А. «Техническая механика».

### *Порядок выполнения работы:*

#### 1. Изучить методические рекомендации:

**Вторую задачу контрольной работы (задачи 11–20) следует решать лишь после изучения тем 1.3 и 1.4. Во всех этих задачах требуется определить реакции опор балок.**

Студентам необходимо приобрести прочные навыки определения реакции опор, так как с этого начинается решение многих задач по сопротивлению материалов и по деталям машин.

Задачу рекомендуется решать в такой последовательности:

1) изобразить балку вместе с нагрузками на рисунке, соблюдая при этом заданные размеры ее участков и угла (эти данные для своего варианта студент находит в таблице 1.2);

2) выбрать расположение осей координат (в данном случае целесообразно ось  $X$  совместить с балкой, а  $Y$  – направить ей перпендикулярно);

3) освободить балку от связей в точках  $A$  и  $B$ , заменив эти связи их реакциями. Так как направление реакции неподвижного шарнира заранее неизвестно, то эту реакцию следует заменить двумя составляющими,

направленными вдоль выбранных осей координат, реакция стержня  $BC$  направлена вдоль его оси;

4) составить уравнение равновесия  $\sum X_i = 0$  алгебраическую сумму проекций на ось  $X$ ;  $\sum M_A(F) = 0$  – алгебраическую сумму моментов относительно точки  $A$  и  $\sum M_B(F) = 0$  – алгебраическую сумму моментов относительно точки  $B$ ;

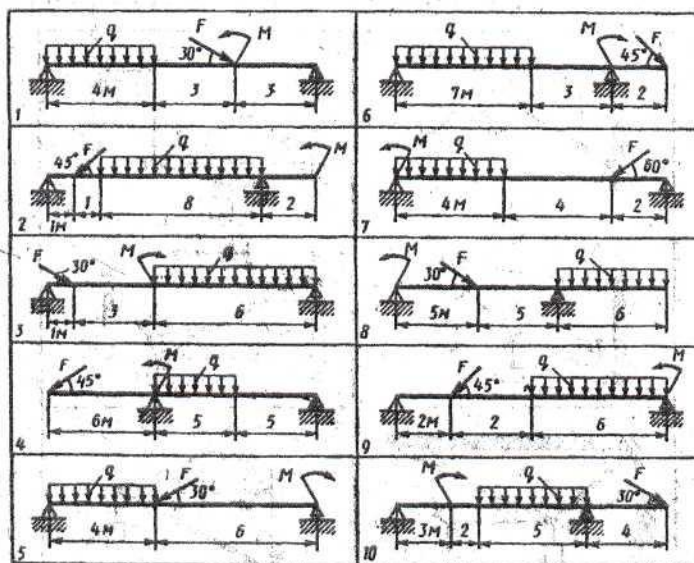
5) решая систему уравнений, определить значения искомых реакций;

6) обязательно проверить правильность решения задачи, для чего составить уравнение проекций всех сил на ось  $Y$  ( $\sum Y_i = 0$ ); если при подстановке числовых значений заданных и найденных величин образуется тождество вида  $0 = 0$ , то задача решена правильно, если этого тождества не образуется, то надо искать ошибку в решении – проверить правильность составления уравнений и вычислений в ходе их решения.

#### 2. Определить реакции опор двухопорной балки (показано на рисунке). Данные своего варианта взять из таблицы.



| Номер задачи   | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1. Номер схемы | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 2. $q$ , кН/М  | 5  | 2  | 10 | 8  | 5  | 12 | 4  | 8  | 12 | 14 |
| 3. $F$ , кН    | 40 | 15 | 55 | 20 | 50 | 5  | 10 | 10 | 40 | 6  |
| 4. $M$ , кН·м  | 10 | 40 | 40 | 12 | 35 | 18 | 5  | 25 | 30 | 10 |



4. Сделать вывод по определению данных реакций опор.
5. Проверка выполненных работ.

**«Определение координат центра тяжести плоской фигуры»**  
**Практическое занятие №2.**  
**«Центр тяжести»**

*Время выполнения:* 2 часа.

*Цель занятия:* научиться определять центр тяжести плоских фигур.

*Теоретическое обоснование*

Материальные тела состоят из элементарных частиц, положение которых в пространстве определяется их координатами.

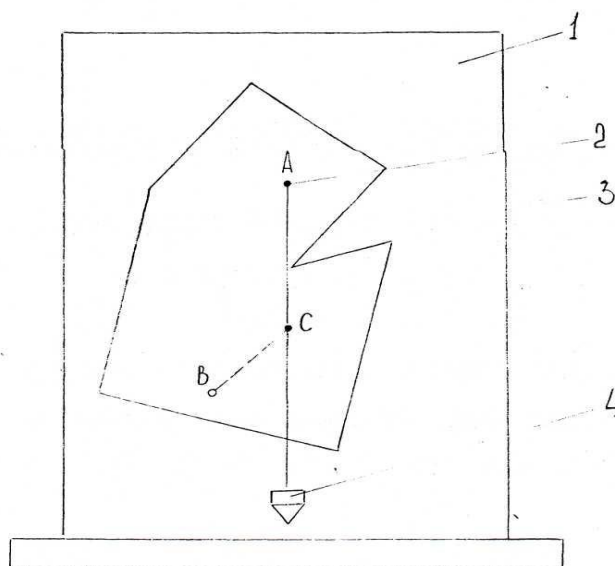
Силы притяжения каждой частицы к Земле можно считать системой параллельных сил, равнодействующая этих сил называется силой тяжести тела или весом тела.

Центр тяжести тела – это точка приложения силы тяжести.

Центр тяжести – это геометрическая точка, которая может быть расположена как на теле, так и вне тела (например: диск с отверстием и т.п.).

Большое практическое значение имеет определение центра тяжести плоских однородных пластин. Их толщиной обычно можно пренебречь и считать, что центр тяжести расположен в плоскости. Если координатную плоскость  $XOY$  совместить с плоскостью фигуры, то положение центра тяжести определится двумя координатами.

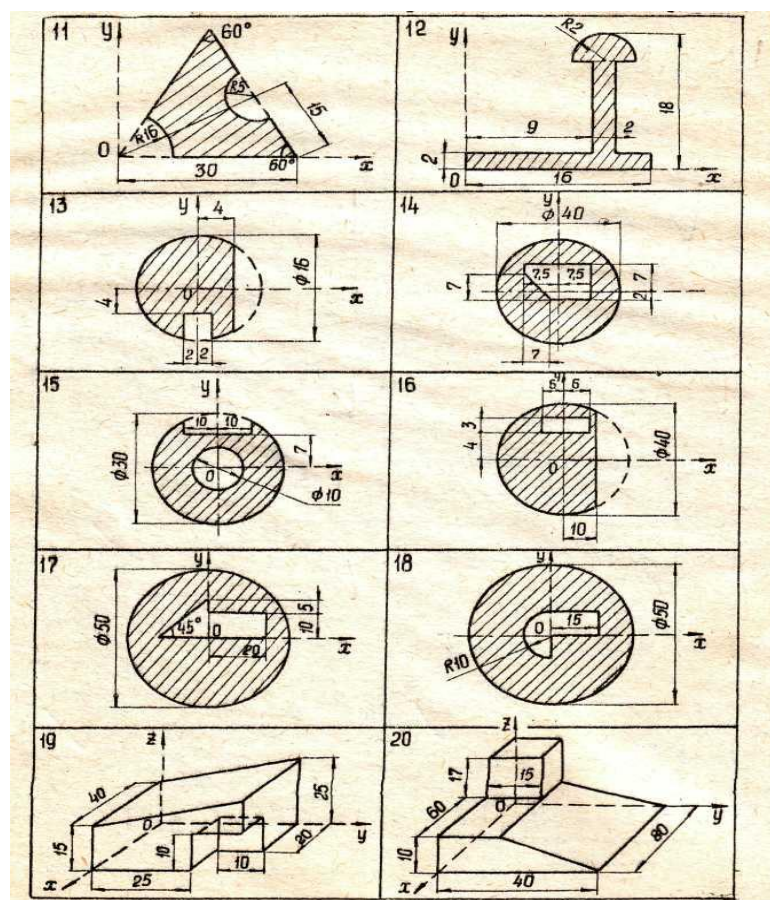
*Установка для испытания*

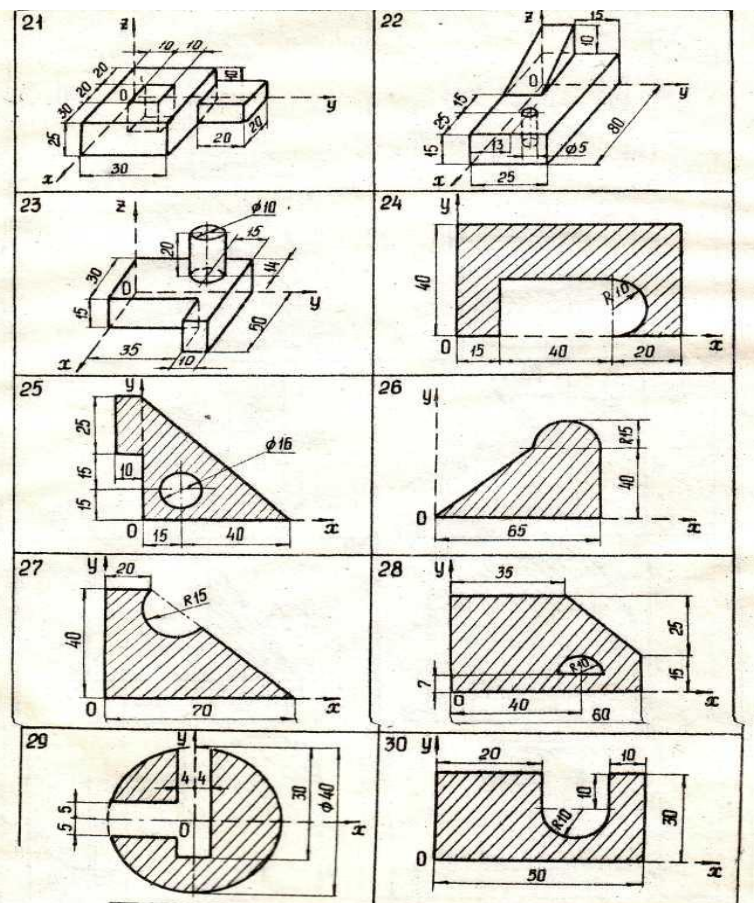


- 1 – вертикальная стойка;
- 2 – игла;
- 3 – плоская фигура;
- 4 – отвес.

*Порядок проведения работы:*

1. Ознакомиться с устройством установки для определения центра тяжести плоских фигур.
2. Начертить фигуру сложной формы из 3 – 4 простых фигур (треугольник, прямоугольник и т.п.) и проставить ее размеры.
3. Провести оси координат так, чтобы они охватывали всю фигуру.
4. Разбить слоеную фигуру на простые части.
5. Определить площадь и координаты центра тяжести каждой простой фигуры относительно выбранной системы координат.
6. Данные записать в таблицу отчета.
7. Вычислить координаты центра тяжести всей фигуры аналитически.
8. Вырезать данную фигуру из тонкого картона или фанеры.
9. Просверлить два отверстия, края отверстий должны быть гладкими, а диаметр отверстий несколько больше диаметра иглы для подвешивания фигуры.
10. Подвесить фигуру сначала в одной точке (отверстий), прочертить карандашом линию, совпадающую с нитью отвеса. Тоже повторить при подвешивании фигуры в другой точке.
11. Сделать отверстие в точке пересечения проведенных линий – центр тяжести фигуры.
12. Совместить пластину (фигуру) с ее изображением на бумаге (выполненные в одинаковом масштабе).
13. Центр тяжести фигуры, найденный аналитическим способом, и центр тяжести, найденный опытным путем, должны совпадать.





14. Сдача отчета по выполненной работе.



**«Растяжение и сжатие»**  
**Практическое занятие №3 .**

*«Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений».*

**Цель:** научиться строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений, определить удлинение (укорочение) бруса.

**Время выполнения:** 2 часа.

*Порядок выполнения работы:*

**1. Пример расчета:**

**Пример 2.1.** Стальной ступенчатый брус (рис. 13) нагружен силами  $F_1 = 18 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 6 \text{ кН}$ . Площади сечений ступеней  $A_1 = 1,4 \text{ см}^2$ ,  $A_2 = 0,8 \text{ см}^2$ . Определить прочность ступеней, наиболее нагруженный участок, удлинение бруса.

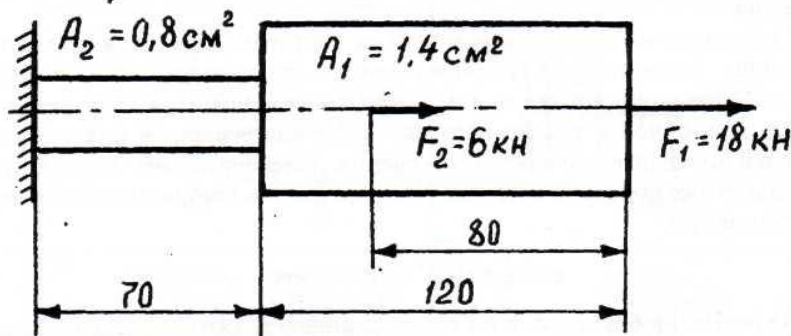


Рис. 13

**Решение**

1. Разбиваем брус на три участка (рис. 14), границами которых являются точки приложения сил или изменения площади сечения. Первый (справа) – от точки приложения силы  $F_1$  до точки приложения силы  $F_2$ , второй – от точки приложения силы  $F_2$  до границы ступеней площадью

сечения  $A_1$  и  $A_2$ , третий – от границы ступеней до заделки. Силу заделки можно не определять.

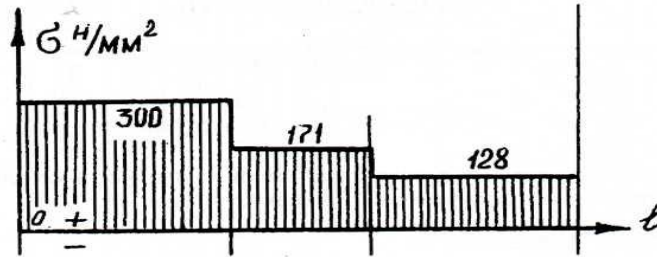


Рис. 14

2. Определяем силу  $N_1$  сопротивления первого участка растяжению. Равновесие участка обеспечивается равенством

$$F_1 - N_1 = 0; \quad N_1 = F_1 = 18 \text{ кН.}$$

Напряжение на первом участке

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{18 \cdot 1000}{1,4 \cdot 100} = 128 \text{ Н/мм}^2.$$

Поскольку ни сила, ни площадь на протяжении всего участка не меняются, то и напряжение по всей длине участка постоянно. На графике – эпюре (рис. 14) это изобразится прямой  $l$  (на этом участке  $\sigma = 128 \text{ Н/мм}^2 = \text{const}$ ).

Удлинение первого участка

$$\sigma_1 = E \epsilon, \text{ откуда } \sigma_1 = E \frac{\Delta l_1}{l_1} \text{ и}$$

$$\Delta l_1 = \frac{\sigma_1 \cdot l_1}{E} = \frac{128 \cdot 80}{2 \cdot 10^5} = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ мм.}$$

3. Определяем силу  $N_2$  сопротивления второго участка и напряжение  $\sigma_2$ . Правая от второго сечения часть подвергается действию сил  $F_1$ ;  $F_2$  и  $N_2$ :

$$F_1 + F_2 - N_2 = 0; \quad N_2 = F_1 + F_2 = 18 + 6 = 24 \text{ кН.}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_1} = \frac{24 \cdot 1000}{1,4 \cdot 100} = 171 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\Delta l_2 = \frac{\sigma_2 \cdot l_2}{E} = \frac{171 \cdot 40}{2 \cdot 10^5} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ мм.}$$

4. Сила  $N_3$ , напряжение  $\sigma_3$ , удлинение  $l_3$  третьего участка. Правая от сечения часть балки подвергается действию сил  $F_1$ ;  $F_2$ ,  $N_3$

$$F_1 + F_2 - N_3 = 0; \quad N_3 = 24 \text{ кН.}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = \frac{24 \cdot 1000}{0,8 \cdot 10^2} = 300 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_3 \cdot l_3}{E} = \frac{300 \cdot 10}{2 \cdot 10^5} = 11,5 \cdot 10^{-2} \text{ мм.}$$

Нанося полученные характерные точки на график и соединяя их прямыми линиями, получаем эпюру напряжений, рис. 14.

5. Общее удлинение бруса

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 5,2 \cdot 10^{-2} + 3,4 \cdot 10^{-2} + 11,5 \cdot 10^{-2} = 20,1 \cdot 10^{-2} \text{ мм.}$$

6. Анализируем эпюру. Первый участок прочен

$$\sigma_1 < [\sigma], \quad 128 < 160.$$

Второй не достаточно прочен, третий не прочен.

$$\sigma_2 > [\sigma], \quad 171 > 160; \quad \sigma_3 > [\sigma], \quad 300 > 160.$$

Наиболее нагружен третий участок:  $\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$ .

**Примечание.** Участок 1 находится в стадии упругости. Участок 2 – тоже:  $\sigma_2 > [\sigma]$ , но незначительно. Допускаемые напряжения назначаются несколько ниже стадии упругости. Поэтому формула закона Гука здесь правомерна.

На третьем участке напряжения значительно превышают допустимые, что означает переход в стадию текучести. В этой стадии деформация определяется экспериментально. Формула же применена для демонстрации способа определения полной деформации бруса. На третьем участке может произойти разрушение.

2. Проверить прочность, найти наиболее напряженный участок двухступенчатого бруса, нагруженного силами  $F_1$ ,  $F_2$ , если  $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$ . Найти удлинение бруса. Данные своего варианта взять из таблицы.

| № задачи<br>и схемы<br>на рис. 15 | Вари-<br>ант | $F_1$<br>кН | $F_2$<br>кН | $A_1$<br>см <sup>2</sup> | $A_2$<br>см <sup>2</sup> | № задачи<br>и схемы<br>на рис. 15 | Вари-<br>ант | $F_1$<br>кН | $F_2$<br>кН | $A_1$<br>см <sup>2</sup> | $A_2$<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| I                                 | 00           | 10          | 20          | 1,2                      | 0,8                      | II                                | 01           | 3,3         | 8,0         | 0,4                      | 0,5                      |
|                                   | 12           | 12          | 10          | 1,2                      | 0,8                      |                                   | 19           | 4           | 9,2         | 0,5                      | 0,6                      |
|                                   | 27           | 12          | 20          | 0,7                      | 0,9                      |                                   | 29           | 4,8         | 10,0        | 0,4                      | 0,8                      |
|                                   | 31           | 21          | 40          | 2,4                      | 2,2                      |                                   | 30           | 5,0         | 9,8         | 0,5                      | 1,0                      |
|                                   | 49           | 16          | 13          | 2,6                      | 1,6                      |                                   | 39           | 7,2         | 15,0        | 0,6                      | 1,5                      |
|                                   | 58           | 18          | 23          | 1,8                      | 1,4                      |                                   | 59           | 5,6         | 8,6         | 0,7                      | 2,0                      |
|                                   | 63           | 15          | 13          | 2,6                      | 2,0                      |                                   | 61           | 7,2         | 14,0        | 0,8                      | 2,4                      |
|                                   | 71           | 14          | 22          | 3,5                      | 2,3                      |                                   | 74           | 14,4        | 14,4        | 0,9                      | 2,5                      |
|                                   | 82           | 13          | 18          | 4,4                      | 3,0                      |                                   | 80           | 9,0         | 22,0        | 1,0                      | 3,0                      |
|                                   | 93           | 15          | 25          | 2,3                      | 1,4                      |                                   | 97           | 14,4        | 28,0        | 1,2                      | 3,2                      |
| III                               | 02           | 15          | 30          | 2,1                      | 1,6                      | IV                                | 03           | 0,8         | 29          | 1,8                      | 2,0                      |
|                                   | 11           | 14          | 18          | 2,3                      | 2,1                      |                                   | 17           | 8           | 18          | 2,0                      | 3,0                      |
|                                   | 23           | 20          | 32          | 2,5                      | 2,2                      |                                   | 22           | 7,6         | 20,5        | 2,8                      | 3,2                      |
|                                   | 33           | 30          | 36          | 2,4                      | 1,6                      |                                   | 32           | 17,6        | 43,2        | 3,0                      | 3,2                      |
|                                   | 42           | 26          | 15          | 2,0                      | 1,3                      |                                   | 41           | 9,9         | 22,7        | 3,2                      | 3,5                      |
|                                   | 56           | 30          | 40          | 2,2                      | 2,0                      |                                   | 57           | 17,0        | 51,0        | 3,5                      | 4,0                      |
|                                   | 62           | 33          | 14          | 2,4                      | 1,5                      |                                   | 60           | 23,1        | 40,5        | 3,8                      | 4,2                      |
|                                   | 70           | 14          | 34          | 1,9                      | 1,3                      |                                   | 77           | 12,0        | 39,0        | 4,0                      | 4,5                      |
|                                   | 84           | 15          | 31          | 1,8                      | 1,2                      |                                   | 87           | 11          | 32          | 3,9                      | 4,1                      |
|                                   | 91           | 24          | 50          | 1,4                      | 0,8                      |                                   | 95           | 39,2        | 88          | 5,0                      | 5,2                      |
| V                                 | 05           | 3,5         | 12,0        | 2,5                      | 1,8                      | VI                                | 04           | 6           | 3           | 0,4                      | 0,8                      |
|                                   | 14           | 27          | 27          | 2,8                      | 2,0                      |                                   | 15           | 3,0         | 6,0         | 0,5                      | 0,9                      |
|                                   | 25           | 18          | 38          | 3,0                      | 1,8                      |                                   | 24           | 6,0         | 3           | 0,4                      | 0,8                      |
|                                   | 35           | 1,4         | 20          | 2,6                      | 1,5                      |                                   | 34           | 9           | 9,0         | 0,8                      | 1,2                      |
|                                   | 44           | 15          | 35          | 3,2                      | 2,6                      |                                   | 43           | 8,6         | 16          | 0,6                      | 1,5                      |
|                                   | 54           | 12          | 28          | 2,9                      | 1,6                      |                                   | 55           | 8,1         | 15          | 0,7                      | 1,4                      |
|                                   | 67           | 14          | 29          | 3,4                      | 2,5                      |                                   | 65           | 12,0        | 4,0         | 8,0                      | 2,4                      |
|                                   | 73           | 13          | 24          | 2,8                      | 2,0                      |                                   | 76           | 11          | 5,0         | 0,9                      | 2,5                      |
|                                   | 83           | 19          | 22          | 3,0                      | 2,5                      |                                   | 86           | 13          | 5           | 2,0                      | 3,0                      |
|                                   | 92           | 21          | 45          | 2,5                      | 3,0                      |                                   | 96           | 16,0        | 7,0         | 1,0                      | 2,4                      |
| VII                               | 07           | 16,0        | 8,0         | 1,4                      | 0,4                      | VIII                              | 06           | 14,0        | 16,0        | 2,4                      | 2,8                      |
|                                   | 13           | 8,3         | 30,5        | 1,5                      | 0,8                      |                                   | 18           | 16,0        | 12,0        | 1,1                      | 3,0                      |
|                                   | 21           | 19,0        | 9,8         | 0,9                      | 0,6                      |                                   | 26           | 10,0        | 16,0        | 2,2                      | 3,0                      |
|                                   | 37           | 8,0         | 8,4         | 2,0                      | 1,4                      |                                   | 36           | 6,2         | 17,6        | 3,0                      | 3,2                      |
|                                   | 46           | 5,0         | 20,0        | 1,5                      | 1,0                      |                                   | 45           | 11,8        | 16,4        | 3,2                      | 3,5                      |
|                                   | 52           | 8,0         | 15,0        | 1,8                      | 1,0                      |                                   | 53           | 12,8        | 27,7        | 3,5                      | 4,0                      |
|                                   | 66           | 12,4        | 24,0        | 2,5                      | 2,0                      |                                   | 64           | 14,4        | 18,8        | 3,8                      | 4,2                      |
|                                   | 72           | 16,0        | 5,2         | 1,0                      | 0,7                      |                                   | 79           | 8,4         | 18,6        | 4,0                      | 4,5                      |
|                                   | 81           | 21,6        | 6,0         | 3,4                      | 3,0                      |                                   | 89           | 11,0        | 18          | 4,5                      | 4,8                      |
|                                   | 90           | 30,5        | 10,0        | 2,5                      | 1,6                      |                                   | 94           | 30          | 16          | 5,0                      | 5,6                      |
| IX                                | 09           | 22,0        | 30,6        | 2,7                      | 2,1                      | X                                 | 08           | 12          | 30,0        | 2,1                      | 2,5                      |
|                                   | 10           | 10,8        | 30          | 2,8                      | 2,4                      |                                   | 16           | 14,0        | 40,0        | 2,0                      | 2,0                      |
|                                   | 20           | 12,0        | 34          | 2,2                      | 1,8                      |                                   | 28           | 14,2        | 30,0        | 1,5                      | 2,4                      |
|                                   | 38           | 11,0        | 24          | 2,0                      | 1,6                      |                                   | 40           | 25,0        | 37,5        | 1,0                      | 2,8                      |
|                                   | 48           | 22,4        | 2,4         | 3,0                      | 2,4                      |                                   | 47           | 40,0        | 12,0        | 1,6                      | 2,6                      |
|                                   | 50           | 18,9        | 45,3        | 3,0                      | 2,6                      |                                   | 51           | 30,4        | 13,4        | 1,5                      | 2,8                      |
|                                   | 68           | 30,8        | 15,3        | 3,0                      | 2,3                      |                                   | 69           | 20,4        | 10,2        | 0,8                      | 1,5                      |
|                                   | 75           | 22,8        | 4,4         | 2,8                      | 2,2                      |                                   | 78           | 24          | 8,4         | 0,8                      | 1,4                      |
|                                   | 85           | 36,8        | 11,8        | 3,2                      | 2,1                      |                                   | 88           | 30,0        | 5,4         | 2,2                      | 3,1                      |
|                                   | 98           | 29,6        | 5,6         | 3,5                      | 3,1                      |                                   | 99           | 22          | 12          | 1,0                      | 2,0                      |

3. Проверка выполненных заданий.

**«Выполнение расчетов на прочность и жесткость при кручении»**  
**Практическое занятие №4.**  
**«Кручение»**

*Цель работы:* научиться выполнять расчеты на жесткость и прочность при кручении.

*Время выполнения:* 2 часа.

*Порядок выполнения работы:*

1. Изучить пример:

**Пример 2.2.** Определить из условия прочности диаметр стального вала постоянного сечения, нагруженного вращающимися моментами  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$ , (рис. 16) при угловой скорости  $\omega = 10$  1/с;  $[\tau] = 30$  Н/мм<sup>2</sup>, мощности  $P_1 = 90$  кВт,  $P_2 = 60$  кВт,  $P_4 = 30$  кВт.

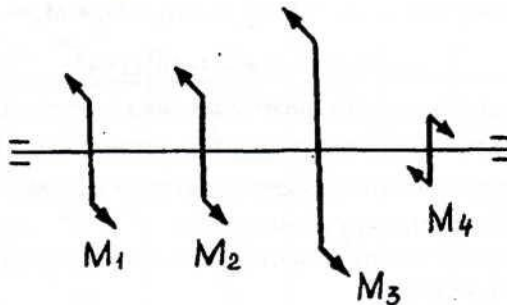
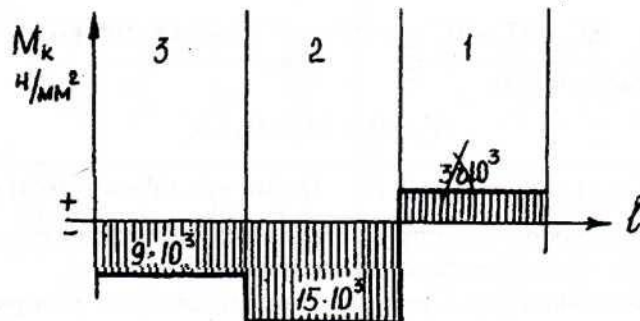


Рис. 16.





### Решение

1. Разбиваем вал на три участка – по сечениям, в которых приложены вращающие моменты.

2. Находим вращающие моменты

$$P_1 = M_1 \cdot \omega, \text{ то } M_1 = P_1 / \omega = 90 \cdot 1000 / 10 = 9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_2 = P_2 / \omega = 60 \cdot 1000 / 10 = 6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_4 = P_4 / \omega = 30 \cdot 1000 / 10 = 3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Равномерное вращение обеспечивается условием

$$\Sigma M = 0; M_1 + M_2 - M_3 + M_4 = 0; \text{ то}$$

$$M_3 = M_1 + M_2 + M_4 = (9 + 6 + 3) \cdot 10^3 = 18 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. В любом сечении участка 1 в условиях прочности должен быть крутящий момент  $M_{\kappa 1}$ , уравнивающий внешние справа (или слева) от сечения.

$$\text{Справа} - M_{\kappa 1}'' - M_4 = 0; M_{\kappa 1}'' = M_4 = 3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\begin{aligned} \text{Слева} - M_{\kappa 1}' - M_3 - M_1 - M_2 &= 0; M_{\kappa 1}' = -M_3 + M_1 + M_2 = \\ &= -18 + 9 + 6 = -3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

Крутящие моменты равны, поэтому можно строить эпюру и справа и слева. Разные знаки крутящих моментов потому, что  $M_{\kappa 1}''$  – это момент сопротивления левой части вала кручению правой, а  $M_{\kappa 1}'$  – момент сопротивления правой стороны кручению левой.

Естественно, они равны и противоположно направлены. Крутящий момент на втором участке

$$M_{\kappa 2}'' - M_4 + M_3 = 0;$$

$$M_{\kappa 2}' = M_4 - M_3 = 3 \cdot 10^3 - 18 \cdot 10^3 = -15 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

На третьем участке

$$M_{\kappa 3}'' - M_4 + M_3 - M_2 = 0.$$

$$M_{\kappa 3}' = M_4 - M_3 + M_2 = 3 \cdot 10^3 - 18 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^3 = -9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Строим эпюру. На всех участках крутящий момент есть постоянная функция – он не зависит от длины вала.

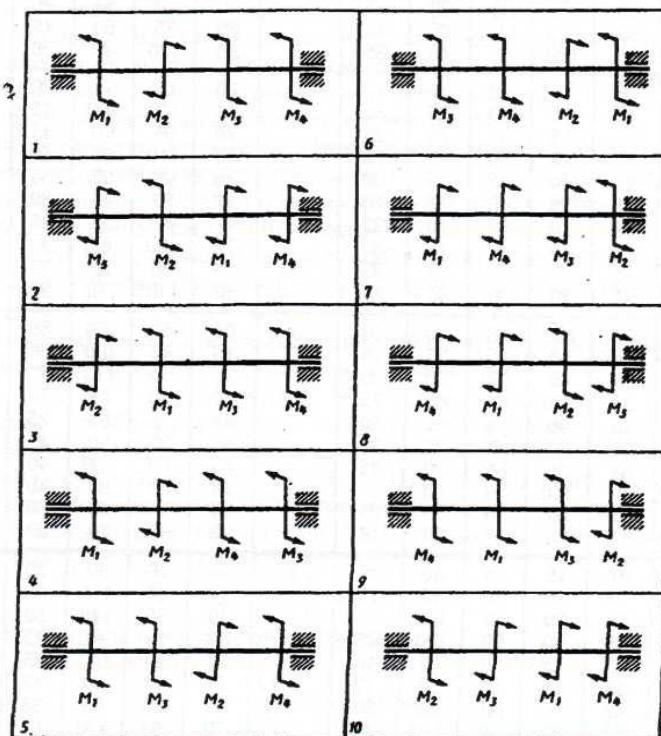
Следовательно, эпюра – прямая параллельная оси  $l$  – на первом участке (рис. 17) ее координата  $M_{\kappa} = 3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , на втором  $M_{\kappa} = -15 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , на третьем  $M_{\kappa} = -9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

5. Определяем диаметр вала для наиболее напряженного – второго участка.

$$\tau = \frac{M_{\kappa 2}''}{0,2d^3}, \text{ т. к. при условии прочности } \tau = [\tau]$$

$$[\tau] = \frac{M_{\kappa 2}''}{0,2d^3}; d = \sqrt[3]{\frac{M_{\kappa 2}''}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{15 \cdot 10^3 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 1,6 \cdot 10^2 \text{ мм}.$$

2. Определить диаметр стального вала постоянного сечения из условия прочности, приняв  $[\tau] = 30 \text{ Н/мм}^2$ . Исходные данные даны в таблице.



| № задачи;<br>№ схемы на<br>рис. 18 | Вари-<br>ант | $P_1$ ,<br>кВт | $P_2$ ,<br>кВт | $P_3$ ,<br>кВт | $\omega$ ,<br>рад/с | № задачи;<br>№ схемы на<br>рис. 18 | Вари-<br>ант | $P_1$ ,<br>кВт | $P_2$ ,<br>кВт | $P_3$ ,<br>кВт | $\omega$ ,<br>рад/с |
|------------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| 1                                  | 2            | 3              | 4              | 5              | 6                   | 1                                  | 2            | 3              | 4              | 5              | 6                   |
| 1                                  | 00           | 35             | 20             | 15             | 20                  | 2                                  | 01           | 130            | 90             | 40             | 45                  |
|                                    | 12           | 150            | 100            | 50             | 45                  |                                    | 13           | 100            | 65             | 25             | 35                  |
|                                    | 25           | 40             | 25             | 20             | 25                  |                                    | 24           | 90             | 45             | 20             | 20                  |
|                                    | 30           | 110            | 60             | 30             | 35                  |                                    | 33           | 120            | 30             | 30             | 20                  |
|                                    | 41           | 40             | 15             | 25             | 30                  |                                    | 44           | 80             | 55             | 35             | 25                  |
|                                    | 52           | 75             | 40             | 15             | 20                  |                                    | 55           | 110            | 50             | 40             | 20                  |
|                                    | 68           | 90             | 60             | 25             | 30                  |                                    | 69           | 85             | 45             | 40             | 30                  |
|                                    | 71           | 65             | 35             | 20             | 25                  |                                    | 70           | 72             | 54             | 36             | 18                  |
|                                    | 82           | 140            | 110            | 60             | 45                  |                                    | 89           | 75             | 60             | 45             | 15                  |
|                                    | 99           | 120            | 80             | 40             | 35                  |                                    | 98           | 120            | 40             | 20             | 20                  |
| 3                                  | 02           | 15             | 10             | 35             | 16                  | 4                                  | 03           | 60             | 40             | 20             | 20                  |
|                                    | 15           | 75             | 80             | 25             | 40                  |                                    | 14           | 150            | 100            | 75             | 55                  |
|                                    | 27           | 55             | 65             | 25             | 20                  |                                    | 26           | 95             | 70             | 45             | 35                  |
|                                    | 32           | 45             | 50             | 35             | 23                  |                                    | 35           | 110            | 85             | 50             | 30                  |
|                                    | 43           | 80             | 65             | 45             | 30                  |                                    | 46           | 130            | 90             | 55             | 40                  |
|                                    | 54           | 50             | 40             | 30             | 28                  |                                    | 57           | 70             | 45             | 30             | 18                  |
|                                    | 66           | 70             | 60             | 40             | 25                  |                                    | 67           | 85             | 50             | 25             | 20                  |
|                                    | 73           | 55             | 40             | 18             | 32                  |                                    | 72           | 100            | 65             | 30             | 25                  |
|                                    | 85           | 65             | 55             | 35             | 35                  |                                    | 88           | 90             | 70             | 35             | 25                  |
|                                    | 91           | 40             | 30             | 30             | 16                  |                                    | 90           | 140            | 110            | 50             | 35                  |
| 5                                  | 05           | 100            | 18             | 50             | 20                  | 6                                  | 04           | 60             | 150            | 80             | 55                  |
|                                    | 17           | 50             | 15             | 25             | 18                  |                                    | 16           | 45             | 100            | 60             | 30                  |
|                                    | 29           | 40             | 120            | 20             | 20                  |                                    | 28           | 50             | 110            | 75             | 30                  |
|                                    | 34           | 100            | 80             | 65             | 25                  |                                    | 37           | 20             | 85             | 35             | 20                  |
|                                    | 45           | 90             | 25             | 40             | 20                  |                                    | 48           | 15             | 65             | 25             | 15                  |
|                                    | 56           | 30             | 100            | 25             | 30                  |                                    | 59           | 35             | 90             | 45             | 20                  |
|                                    | 64           | 55             | 85             | 20             | 25                  |                                    | 65           | 80             | 130            | 90             | 45                  |
|                                    | 75           | 110            | 20             | 60             | 15                  |                                    | 74           | 25             | 80             | 40             | 18                  |
|                                    | 81           | 80             | 50             | 35             | 25                  |                                    | 84           | 35             | 95             | 50             | 20                  |
|                                    | 93           | 95             | 45             | 20             | 18                  |                                    | 92           | 45             | 20             | 60             | 30                  |
| 7                                  | 07           | 18             | 35             | 40             | 10                  | 8                                  | 06           | 20             | 50             | 30             | 10                  |
|                                    | 19           | 16             | 30             | 45             | 12                  |                                    | 18           | 40             | 115            | 55             | 16                  |
|                                    | 21           | 20             | 35             | 100            | 25                  |                                    | 20           | 65             | 140            | 80             | 35                  |
|                                    | 36           | 60             | 90             | 120            | 45                  |                                    | 38           | 18             | 40             | 25             | 8                   |
|                                    | 47           | 35             | 50             | 80             | 40                  |                                    | 49           | 70             | 150            | 95             | 40                  |
|                                    | 58           | 16             | 30             | 35             | 12                  |                                    | 51           | 18             | 60             | 42             | 12                  |
|                                    | 62           | 80             | 100            | 150            | 50                  |                                    | 63           | 20             | 65             | 38             | 10                  |
|                                    | 77           | 32             | 50             | 110            | 40                  |                                    | 79           | 60             | 120            | 65             | 40                  |
|                                    | 80           | 24             | 38             | 55             | 18                  |                                    | 87           | 30             | 100            | 45             | 15                  |
|                                    | 95           | 30             | 55             | 70             | 25                  |                                    | 94           | 40             | 110            | 50             | 18                  |

| 1 | 2  | 3  | 4   | 5  | 6  | 1  | 2  | 3  | 4   | 5  | 6  |
|---|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| 9 | 09 | 52 | 100 | 60 | 32 | 10 | 08 | 80 | 95  | 75 | 25 |
| v | 11 | 30 | 80  | 45 | 15 |    | 10 | 75 | 120 | 90 | 30 |
|   | 23 | 35 | 95  | 50 | 10 |    | 22 | 42 | 60  | 55 | 18 |
|   | 39 | 50 | 120 | 65 | 20 |    | 31 | 35 | 75  | 40 | 20 |
|   | 40 | 65 | 160 | 80 | 30 |    | 42 | 58 | 100 | 86 | 25 |
|   | 50 | 75 | 150 | 95 | 30 |    | 53 | 50 | 130 | 95 | 30 |
|   | 60 | 25 | 60  | 42 | 10 |    | 61 | 45 | 150 | 70 | 40 |
|   | 76 | 42 | 75  | 50 | 15 |    | 78 | 32 | 50  | 42 | 14 |
|   | 83 | 50 | 110 | 75 | 22 |    | 86 | 18 | 55  | 30 | 8  |
|   | 97 | 24 | 50  | 38 | 9  |    | 96 | 16 | 35  | 20 | 7  |

3. Построить эпюру крутящих моментов.

4. Определить диаметр вала по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot [\tau]}}$$

5. Полученный диаметр округлить до стандартного.

6. Проверка выполненных заданий.

**«Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов»**  
**Практическое занятие №5.**  
**«Изгиб»**

Время выполнения: 2 часа.

Цель работы: научиться строить эпюры изгибающих моментов; подбирать сечение балки в двух вариантах: а) двутавр; б) квадрат.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методику решения примера:

**Пример 2.3.** Для стальной балки, нагруженной (рис. 19), построить эпюру изгибающих моментов и подобрать сечение балки в двух вариантах: а) двутавр; б) квадрат. Определить отношение массы балки квадратного сечения к массе балки двутаврового сечения. Допускаемое напряжение на изгиб  $[\sigma] = 130$  МПа.

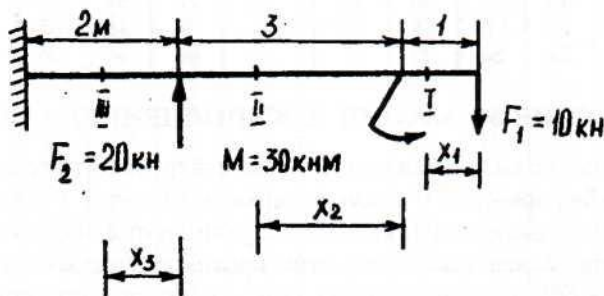


Рис. 19

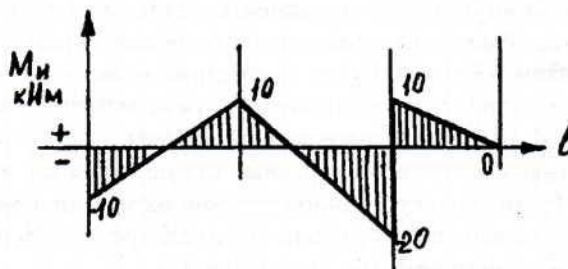


Рис. 20

**Решение**

1. Разбиваем балку на три участка по местам действий силовых факторов:  $F_1$ ,  $M$ ,  $F_2$  (рис. 19).

2. Определяем изгибающий момент в сечении I на расстоянии  $x_1$  (рис. 19)

$$M_{x1} = F_1 \cdot x_1; \text{ при } x_1 = 0, M_{x1} = 0 \quad \text{при } x_1 = 1 \text{ м; } M_{x1} = 10 \cdot 1 = 10 \text{ кНм.}$$

3. Изгибающий момент в сечении II на расстоянии от начала второго участка  $X_2$ . Сечение делит балку на две части: левую от заделки до сечения II и правую – от сечения II до конца балки, длиной  $X_2 + 1$ .

$$M_{x2} = F_1 (x_2 + 1) - M;$$

$$\text{при } x_2 = 0; M_{x2} = 10 (0 + 1) - 30 = -20 \text{ кНм,}$$

$$\text{при } x_2 = 3; M_{x2} = 10 (3 + 1) - 30 = 10 \text{ кНм.}$$



4. Изгибающий момент в сечении III. Правая часть от сечения имеет длину:  $X_3 + 3 + 1$ .

$$M_{x3} = F_1 (x_3 + 3 + 1) - M - F_2 \cdot x_3$$

$$\text{при } x = 0, M_{x3} = 10 (0 + 3 + 1) - 30 - 20 \cdot 0 = 10 \text{ кНм};$$

$$\text{при } x = 2, M_{x3} = 10 (2 + 3 + 1) - 30 - 20 \cdot 2 = -10 \text{ кНм}.$$

Нанося полученные характерные точки на график и соединяя их прямыми линиями, получаем эпюру изгибающих моментов  $M_x$  (рис. 20).

✓ 5. Определяем момент сопротивления сечения в точке приложения пары  $M$ : здесь изгибающий момент имеет максимум:  $M_x = 20 \text{ кНм}$ . Имея в виду, что  $\sigma = [\sigma]$

$$[\sigma] = \frac{M_x^{\max}}{W_x}; W_x = \frac{M_x^{\max}}{[\sigma]} = \frac{20 \cdot 1000 \cdot 1000}{160} = 125 \text{ 000 мм}^3$$

$$\text{или } W_x = 125 \text{ см}^3$$

5.1. По таблицам сортамента ГОСТ 8239-79  $W_x = 125 \text{ см}^3$  обеспечивает двутавр N 18 с  $W_x = 143 \text{ см}^3$ ,  $A_1 = 23 \text{ см}^2$ . (Приложение 1).

5.2. Сторона и площадь квадрата с  $W_x = 143 \text{ см}^3$

$$W_x = h^3/6; h = \sqrt[3]{6W_x} = \sqrt[3]{6 \cdot 143} = 9,5 \text{ см. } A_2 = h^2 = 90,25 \text{ см}^2.$$

5.3. Выигрыш в материале от применения двутаврового сечения

$$K = \frac{A_2}{A_1} = \frac{90,25}{23} = 3,9 \text{ раза.}$$

2. Для стальной балки, нагруженной (рис.21), построить эпюру изгибающих моментов и подобрать сечение балки в двух вариантах: двутавр и квадрат. Сравнить массы балок по двум расчетным вариантам. Для материала балки принять  $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$ . Данные своего варианта взять из таблицы:

| № схемы на рис. 21 | Вариант | $F_1$ , кН | $F_2$ , кН | $M$ , кН·м | № схемы на рис. 21 | Вариант | $F_1$ , кН | $F_2$ , кН | $M$ , кН·м |
|--------------------|---------|------------|------------|------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|
| 1                  | 2       | 3          | 4          | 5          | 1                  | 2       | 3          | 4          | 5          |
| 1                  | 00      | 1          | 1          | 1          | 2                  | 01      | 1,5        | 4          | 5          |
|                    | 13      | 2          | 1          | 4          |                    | 15      | 2          | 1          | 6          |
|                    | 27      | 3          | 2          | 2          |                    | 26      | 3          | 2          | 8          |
|                    | 33      | 4          | 2          | 6          |                    | 32      | 2,5        | 3          | 4          |
|                    | 41      | 4          | 3          | 6          |                    | 42      | 6          | 2          | 3          |
|                    | 59      | 5          | 4          | 4          |                    | 51      | 5          | 1          | 6          |
|                    | 64      | 6          | 4          | 8          |                    | 65      | 4          | 2          | 3          |
|                    | 73      | 7          | 5          | 6          |                    | 77      | 8          | 1          | 2          |
|                    | 85      | 7          | 6          | 6          |                    | 88      | 5          | 1,5        | 3          |
|                    | 96      | 9          | 6          | 8          |                    | 99      | 1          | 4          | 5          |

| 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 1  | 2  | 3   | 4   | 5  |
|---|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|
| 3 | 02  | 6   | 1,5 | 4   | 4  | 03 | 2   | 5   | 7  |
|   | 14  | 2   | 6   | 5   |    | 17 | 1   | 8   | 9  |
|   | 29  | 5   | 1,5 | 6   |    | 28 | 3   | 6   | 10 |
|   | 35  | 4   | 5   | 2,5 |    | 34 | 4   | 9   | 14 |
|   | 49  | 7   | 2   | 4   |    | 40 | 2,5 | 10  | 16 |
|   | 53  | 8   | 3   | 2   |    | 52 | 3   | 12  | 15 |
|   | 62  | 6   | 2   | 10  |    | 63 | 5   | 7   | 20 |
|   | 74  | 5   | 1,5 | 8   |    | 72 | 4   | 15  | 30 |
|   | 82  | 2   | 4   | 1   |    | 86 | 3,5 | 20  | 25 |
|   | 98  | 2,5 | 3   | 5   |    | 91 | 6   | 7   | 35 |
| 5 | 05  | 2   | 6   | 10  | 6  | 04 | 5   | 2   | 10 |
|   | 16  | 4   | 3   | 12  |    | 19 | 6   | 1   | 16 |
|   | 21  | 8   | 1   | 20  |    | 20 | 8   | 1   | 8  |
|   | 37  | 6   | 3   | 15  |    | 36 | 5   | 2   | 12 |
|   | 44  | 4   | 5   | 25  |    | 43 | 6   | 3   | 15 |
|   | 50  | 6   | 2   | 18  |    | 54 | 4   | 5   | 20 |
|   | 60  | 1   | 8   | 30  |    | 61 | 6   | 2   | 25 |
|   | 70  | 6   | 5   | 16  |    | 78 | 4   | 5   | 30 |
|   | 83  | 3   | 6   | 32  |    | 89 | 1   | 6   | 32 |
|   | 90  | 2   | 1   | 14  |    | 93 | 10  | 2   | 40 |
| 7 | 07  | 1   | 1,5 | 5   | 8  | 06 | 2   | 10  | 8  |
|   | 18  | 1,5 | 2,5 | 4   |    | 11 | 3   | 8   | 10 |
|   | 23  | 3   | 1   | 5   |    | 22 | 4   | 5   | 12 |
|   | 38  | 8   | 0,5 | 2   |    | 30 | 6   | 2   | 16 |
|   | 46  | 3,5 | 2   | 6   |    | 45 | 3   | 5   | 15 |
|   | 55  | 5   | 1   | 2   |    | 56 | 2   | 4   | 20 |
|   | 67  | 2   | 1   | 6   |    | 66 | 1   | 2   | 30 |
|   | 79  | 3   | 1,5 | 8   |    | 75 | 2   | 5   | 40 |
|   | 81  | 4   | 2   | 10  |    | 84 | 6   | 2   | 35 |
|   | 92  | 5   | 2,5 | 15  |    | 95 | 10  | 4   | 14 |
| 9 | 48  | 6   | 1   | 8   | 10 | 47 | 1   | 5   | 8  |
|   | 57  | 8   | 2   | 12  |    | 58 | 6   | 3   | 4  |
|   | 69  | 3   | 5   | 14  |    | 68 | 2,5 | 4   | 1  |
|   | 76  | 1   | 5   | 25  |    | 71 | 1,5 | 3   | 5  |
|   | 80  | 8   | 4   | 30  |    | 87 | 4   | 2   | 3  |
|   | 94  | 3   | 6   | 15  |    | 97 | 8   | 2,5 | 7  |
|   | 109 | 5   | 4   | 7   |    | 08 | 2   | 3   | 5  |
|   | 110 | 3   | 2   | 9   |    | 12 | 5   | 1,5 | 2  |
|   | 25  | 5   | 2   | 10  |    | 24 | 3   | 2   | 6  |
|   | 31  | 2   | 3   | 20  |    | 39 | 4   | 1   | 10 |

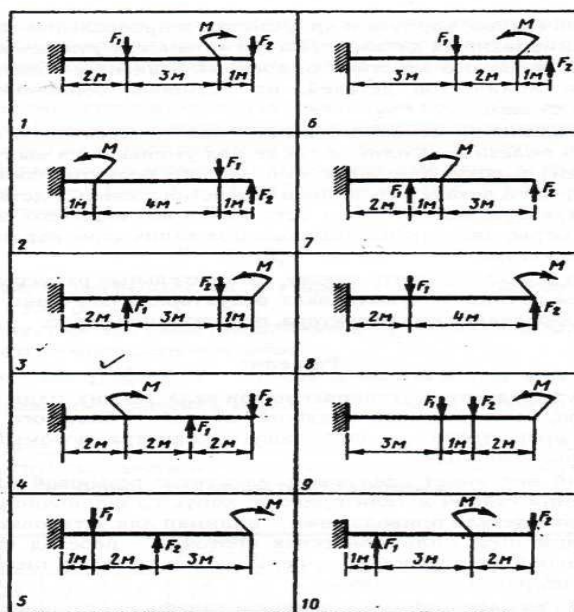


Рис.21

3. Сделать вывод от выигрыша в материале двутаврового сечения балки.



**Практическое занятие №6.**  
**«Червячные передачи»**  
**«Определение основных геометрических параметров червячной передачи»**

Цель работы:

1. Ознакомиться с методикой геометрического расчета червячной пары.
2. Знать основные параметры червячной пары.
3. Уметь выполнять основные параметры червячного расчета.

**Порядок выполнения работы.**

**Задание №1.**

Выполнить геометрический расчет для червяка и червячного колеса.

**Задание №2.**

По заданию преподавателя выполнить расчет своего варианта.

1. В зависимости от передаточного числа  $u$  определяем  $\eta$  (+КПД) (см. таблицу)
2. В зависимости от передаточного числа определяем  $Z_1$  (заходность)
3. Определяем  $d_e$  (см. формулу)
4.  $d_i$
5.  $L$  – длина наружной части.

Червячное колесо:  $Z_2 = Z_1 \cdot u$

1.  $D_e$
2.  $D_i$
3.  $D_n$
4.  $A = m_s / 2 \cdot (g + Z_k)$

| N  | P (кВт) | u    | n <sub>1</sub> (об/мин) | m <sub>s</sub> |
|----|---------|------|-------------------------|----------------|
| 1  | 0,55    | 7    | 1500                    | 1,6            |
| 2  | 0,75    | 8    | 1600                    | 2,0            |
| 3  | 1,10    | 10   | 1510                    | 2,50           |
| 4  | 1,50    | 12,5 | 1420                    | 3,15           |
| 5  | 2,20    | 16   | 1400                    | 4,00           |
| 6  | 3,00    | 20   | 1380                    | 5,00           |
| 7  | 4,00    | 25   | 1300                    | 6,30           |
| 8  | 5,50    | 31,5 | 1500                    | 8,00           |
| 9  | 7,50    | 40   | 1450                    | 10,00          |
| 10 | 15,00   | 50   | 1200                    | 12,50          |

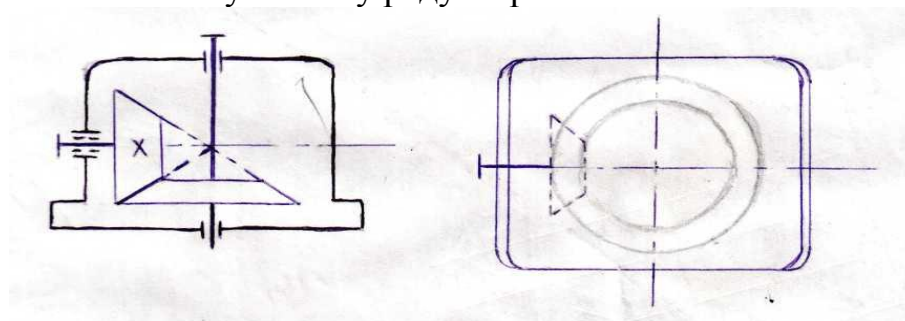
**«Редукторы».**  
**Практическое занятие №7.**  
**«Изучение конструкции конического редуктора».**

**Цель работы:** изучение конструкции редуктора и практическое определение основных параметров.

**Оборудование:** конический редуктор, штангенциркуль, линейка.

*Порядок выполнения работы:*

1. Вычертить кинематическую схему редуктора.



2. Занести измерения в таблицу:

| Наименование параметра и его единицы   | Обозначение | Способ определения                       | Результаты вычислений |
|----------------------------------------|-------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Число зубьев шестерни                  | $Z_1$       | сосчитать                                |                       |
| Число зубьев колеса                    | $Z_2$       | »                                        |                       |
| Передаточное число редуктора           | $U$         | $U = Z_2 / Z_1$                          |                       |
| Угол делительного конуса шестерни      | $\delta_1$  | $\text{tg } \delta_1 = Z_2 / Z_1$        |                       |
| Угол делительного конуса колеса        | $\delta_2$  | $\text{tg } \delta_2 = 90 - \delta_1$    |                       |
| Внешний окружной модуль                | $m_e$       | hae                                      |                       |
| Число зубьев плоского колеса           | $Z_c$       | $Z_c = \sqrt{z + z}$                     |                       |
| Ширина зубчатого венца шестерни        | $b_1$       | Замерить                                 |                       |
| Ширина зубчатого венца колеса          | $b_2$       | Замерить                                 |                       |
| Внешнее конусное расстояние            | $R_e$       | $R_e = 0,5m_e Z_c$                       |                       |
| Среднее конусное расстояние            | $R$         | $R = R_e - 0,5b$                         |                       |
| Средний окружной модуль                | $m$         | $m = m_e R / R_e$                        |                       |
| Средний делительный диаметр шестерни   | $d_1$       | $d_1 = m Z_1$                            |                       |
| Средний делительный диаметр колеса     | $d_2$       | $D_2 = m Z_2$                            |                       |
| Внешний делительный диаметр шестерни   | $d_{e1}$    | $d_{e1} = m_e Z_1$                       |                       |
| Внешний делительный диаметр колеса     | $d_{e2}$    | $d_{e2} = m_e Z_2$                       |                       |
| Внешний диаметр вершин зубьев шестерни | $d_{ae1}$   | $d_{ae1} = d_{e1} + 2 m_e \cos \delta_1$ |                       |
| Внешний диаметр вершин зубьев колеса   | $d_{ae2}$   | $d_{ae2} = d_{e2} + 2 m_e \cos \delta_2$ |                       |

*Контрольные вопросы:*

1. Передаточное число конической передачи.
2. Какая величина определяется в проектном расчете закрытой зубчатой передачи?
3. Что такое средний и наружный (максимальный) модули? Какой из них округляют до стандартного?

Сдать отчет о выполненной работе.

*«Классификация и обзор основных типов подшипников качения»*  
**Практическое занятие №8**  
*«Подшипники».*

*Цель:* изучить подшипники качения.

Время выполнения – 1 час.

*Оборудование:* 1. Подшипники.  
2. Штангенциркуль.  
3. Справочная таблица на подшипники качения.

*Методические указания:*

Классификация подшипников качения осуществляется по следующим признакам:

1. По направлению воспринимаемой нагрузки – радиальные, в основном для радиальных нагрузок, радиально-упорные для совместных радиальных и осевых нагрузок, упорные для осевых нагрузок, упорно-радиальные для осевой и радиальной нагрузок.
2. По форме тел качения – шариковые, роликовые / с цилиндрическими, коническими, бочкообразными, игольчатыми и витыми роликами/.
3. По числу рядов тел качения – однорядные, двухрядные.
4. По способу самоустановки – немасоустанавливающиеся, самоустанавливающиеся.

В зависимости от нагрузочной способности и габаритов при одном и том же диаметре расточки внутреннего кольца подшипники по ГОСТу делятся на серии: по радиальным размерам – сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние, тяжелые; по ширине – узкие, нормальные, широкие, особо широкие.

*Порядок выполнения работы:*

1. Рассмотреть подшипники качения, имеющиеся в лаборатории.
2. Определить их типы и размер /согласно клейма/.
3. Дать характеристику (занести в таблицу №1).
4. Ответить на контрольные вопросы.

*Контрольные вопросы:*

1. Дать краткую основную характеристику подшипников качения.
2. От чего зависит выбор типа подшипников качения?
3. Укажите основные способы крепления внутренних и наружных колец подшипников качения.
4. Каково значение смазки подшипников качения и как она осуществляется?

Таблица №1

### Маркировка подшипников качения

| № подшипника | Тип подшипника | Воспринимаемая нагрузка | Диаметр под вал, мм | Серия по диаметру и ширине | Конструктивные особенности |
|--------------|----------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |
|              |                |                         |                     |                            |                            |

#### «Подшипники»

#### **Практическое занятие №8**

#### «Подбор подшипников качения»

**Цель:** научиться подбирать подшипники качения по часовой долговечности.  
**Время выполнения** – 1 час.

#### *Порядок выполнения работы:*

#### 1. Выдача заданий.

**Задание №1.** Выбрать подшипник качения, определить теоретическую (расчетную) долговечность подшипника для цилиндрического зубчатого редуктора, если известно: осевая нагрузка ( $F_a$ ), радиальная ( $F_r$ ), диаметр вала ( $d$ ), обороты двигателя ( $n$ ).

| Вариант | $F_a$ (кН) | $F_r$ (кН) | $n$ (об/мин) | $D$ вала (мм) |
|---------|------------|------------|--------------|---------------|
| 1       | 0          | 1,5        | 1000         | 60            |
| 2       | 0,2        | 1,5        | 1000         | 35            |
| 3       | 0,5        | 2,2        | 1350         | 35            |
| 4       | 0,4        | 1,6        | 1300         | 45            |
| 5       | 0          | 2          | 1500         | 30            |
| 6       | 0,5        | 1,8        | 1000         | 40            |
| 7       | 0,3        | 1,2        | 1000         | 30            |
| 8       | 0          | 1,3        | 1600         | 35            |
| 9       | 0,6        | 1,2        | 1800         | 50            |
| 10      | 1          | 3,5        | 900          | 45            |
| 11      | 0,6        | 2          | 2000         | 40            |
| 12      | 0,5        | 1,8        | 2000         | 45            |
| 13      | 0          | 1,5        | 1000         | 40            |
| 14      | 0,5        | 1,8        | 1200         | 35            |
| 15      | 0,6        | 2,3        | 900          | 30            |
| 16      | 0,7        | 2,1        | 800          | 35            |
| 17      | 0,5        | 2          | 1500         | 60            |
| 18      | 1,5        | 4,7        | 2000         | 50            |



|    |     |     |      |    |
|----|-----|-----|------|----|
| 19 | 1,5 | 6,1 | 1000 | 55 |
| 20 | 1   | 3,5 | 870  | 45 |
| 21 | 0   | 3,6 | 800  | 40 |
| 22 | 1   | 3   | 1000 | 40 |
| 23 | 0,8 | 3   | 700  | 35 |
| 24 | 0,3 | 0,9 | 1500 | 20 |
| 25 | 0,5 | 1,5 | 1500 | 20 |
| 26 | 0   | 1   | 2000 | 70 |
| 27 | 0,6 | 1,9 | 3000 | 45 |
| 28 | 0   | 1,8 | 1000 | 35 |
| 29 | 0,3 | 1,2 | 1000 | 30 |
| 30 | 0,1 | 0,5 | 2000 | 30 |

### Методика выполнения задания №1

$$d_{в2} = 16\text{мм}$$

№ 203

$$d_{в2} = 20\text{мм}$$

№ 204

Назначаю диаметры вала под подшипники.

Подбираю подшипники качения с легкой серии

Подшипники №203 и №204 – шариковые, радиальные, однорядные

$$N_{эл.дв} = 920$$

$$n = \frac{N_{эл.дв}}{U_{р.п.}} = \frac{920}{3,7} = 249 \text{ об/мин, где } N_{эл.дв} - \text{ беру с первой главы}$$

$$U_{р.п.} = 3,7$$

$$U_{р.п.} - \text{ беру со второй главы}$$

Определяю радиальные нагрузки:

$$F_{r1} = \sqrt{V_A^2 + H_A^2} = \sqrt{1113,5^2 + 1087^2} = 1556\text{Н} = 1,556\text{кН}$$

$$F_{r2} = \sqrt{V_B^2 + H_B^2} = \sqrt{1113,5^2 + 88^2} = 1116\text{Н} = 1,116\text{кН}$$

$$V_A^2 : V_B^2 \quad H_A^2 : H_B^2 - \text{ беру с седьмой главы}$$

$$P = x F_{r1} V K_6 K_T, \text{ где } x - \text{ коэффициент радиальной нагрузки} = 1$$

$$F_{r1} - \text{ радиальная нагрузка} = 1,556\text{кН}, V - \text{ коэффициент вращения}$$

$$\text{кольца (внутреннего 1, внешнего 1,2)}$$

$$K_6 - \text{ коэффициент безопасности} = 1,4$$

$$K_T - \text{ температурный коэффициент} = 1$$

$$L = \left( \frac{c}{P} \right)^m \text{ (млн.об.)}, \text{ где } L - \text{ номинальный}$$

$$m - \text{ показатель степени (для шариковых } m = 3, \text{ для роликовых } m = 10/3)$$

$$c - \text{ динамическая грузоподъемность; } P - \text{ приведенная или эквивалентная нагрузка;}$$

$$n - \text{ частота вращения вала на котором установлен подшипник}$$

$$L = \left( \frac{c}{P} \right)^m = \frac{956}{217} = 85 \text{ млн.об.}$$

$$P = x F_{r1} V K_6 K_T = 1 \cdot 1,556 \cdot 1 \cdot 1,4 = 2,178\text{кН} = 217\text{кг, т.к. } F_A = 0$$

$$L_n = \frac{10^6 t}{60n} = \frac{10^6 \cdot 85}{60 \cdot 249} = 5689 < 10000$$

Подшипник №203 не подходит

Беру подшипник №303

$$L = \left( \frac{c}{P} \right)^m = \frac{13,5}{2,1} = 307 \text{ млн.об.}$$

$$P = x F_{r1} V K_6 K_T = 1 \cdot 1,556 \cdot 1 \cdot 1,4 = 2$$

$$L_n = \frac{10^6 t}{60n} = \frac{10^6 \cdot 307}{60 \cdot 249} = 21221 > 10000$$

Подшипник №303 подходит

$$n_2 = \frac{n_1}{U_p} = \frac{249}{4} = 62 \text{ об/мин}$$

$$L = \left(\frac{P}{c}\right)^m = \frac{12,7}{2} = 256 \text{ млн.об.} \quad P = xF_{r1} VK_6 K_T = 1 \cdot 1,556 \cdot 1,4 = 2$$

$$L_n = \frac{10^6 t}{60n} = \frac{10^6 \cdot 256}{60 \cdot 62} = 68817 > 10000$$

Подшипник №204 подходит

Вывод: подобрал подшипник качения.

*Задание №2.* Подобранный подшипник изобразить схематично согласно ГОСТ 31 189-89 в масштабе 1:1.

*Задание №3.* Сделать вывод о целесообразности использования данного подшипника и подобрать тип смазки.

2. Проверка выполненных заданий.

**Практическое занятие №9.**  
**«МУФТЫ»**  
**«Типы и классификация муфт»**

Время на выполнение: 2 часа.

Цель занятия: Изучить принцип и устройство муфт.

Приобретаемые умения и навыки: Научиться определять типы расцепляемых, управляемых и самодействующих муфт.

Оборудование: модели муфт.

Литература: И.И. Устюгов стр. 286-300

**Порядок выполнения работы.**

1. Изучить не расцепляемых муфт (жесткие)
  - Втулочная муфта
  - Фланцевая муфта
  - Продольно-свертная муфта
2. Компенсирующие самоустанавливающиеся
  - Кулачково-расширительная муфта
  - Кулачково-дисковая муфта
    - Зубчатая муфта
    - Цепная муфта
  - Крестово-шарнирная муфта
3. Упругие муфты, устройство, назначение
  - втуочно-кольцевая упругая муфта
  - упругая муфта со змеевидной пружиной
4. Муфты управляемые
  - Синхронные кулачковые
    - Зубчатые
  - Асинхронные управляемые
5. Самодействующие муфты
  - центробежная
  - огонная

**Задание для отчета по работе.**

Показать и рассказать на моделях муфт их типы и назначение

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить основные типы муфт.
2. Что такое муфта?
3. Как подобрать стандартизированную муфту?
4. Как подобрать муфту при проектировании?
5. Какие муфты относят к «прочным» муфтам?

## «Основы конструирования подшипниковых узлов»

### Практическое занятие №10.

#### «Выполнение эскизов червячных колес»

**Цель:** научиться конструировать червяки и червячные колеса в зависимости от материала, условий эксплуатации, режима работы.

**Тип:** лабораторно-практический.

Время выполнения – 1 час.

#### Порядок выполнения работы:

1. Выдача заданий и их выполнение.
2. Задания включают в себя 2 варианта.

#### I вариант .

1. Какое выражение надо принять для определения передаточного числа червячной передачи?

а)  $u_{\text{ч}} = n_2 / n_1$ ;    б)  $u_{\text{ч}} = d_2 / d_1$ ;    в)  $u_{\text{ч}} = z_2 / z_1$  .

(индекс 1 относится к параметрам червяка; индекс 2 – к параметрам червячного колеса).

2. Определите число зубьев червячного колеса, вращающегося с частотой  $n_2 = 20 \text{ мин}^{-1}$ , если двухзаходный (двухвитковый) червяк вращается с частотой  $n_1 = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

а)  $z_2 = 100$ ;    б)  $z_2 = 50$ ;    в)  $z_2 = 150$ .

3. Определите число витков (заходов) червяка  $z_1$ , если известно, что он вращается с частотой  $n_1 = 1440 \text{ мин}^{-1}$ , а червячное колесо, имеющее 48 зубьев, делает 60 об/мин.

а)  $z_1 = 4$ ;    б)  $z_1 = 1$ ;    в)  $z_1 = 150$ .

#### II вариант .

1. Определите делительный диаметр червяка, если известны  $d_2 = 200 \text{ мм}$ ;  $z_2 = 50$ ;  $q = 10$ .

а)  $d_1 = 30 \text{ мм}$ ;    б)  $d_2 = 40 \text{ мм}$ ;    в)  $d_2 = 50 \text{ мм}$ .

2. Какой вид разрушения червячных передач будет наблюдаться, если работа передачи характеризуется частыми пусками и остановками, условия смазки ухудшены?

- а) Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев;
- б) Поломка зубьев;
- в) Износ зубьев.

3. Какова цель теплового расчета червячного редуктора?

- а) Ликвидировать усталостное разрушение;
- б) Снизить износ зубьев из-за снижения вязкости масла и уменьшить опасность заедания;
- в) Предотвратить поломку зубьев.

3. Проверка выполненных работ.

## **«Основы конструирования подшипниковых узлов».**

### **Лабораторная работа №10.**

#### *«Выполнение эскизов зубчатых колес»*

*Цель:* научиться находить основные параметры зубчатых передач.

*Тип урока:* практический.

*Время выполнения* – 1 час.

#### *Порядок выполнения работы:*

1. Выполнить задания по вариантам.
2. Проверка выполненных заданий.
3. Домашнее задание: подготовка к зачету.

#### **I вариант**

1. Зубчатая передача работает при постоянном режиме нагружения. Зубчатое колесо, в зацеплении с которым находится одна шестерня, совершает  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$ . Определите число циклов  $N_k$  нагружений зуба колеса за время  $L_h = 8000$  часов.

$$1. N_k = 48 \cdot 10^6; \quad 2. N_k = 8 \cdot 10^6; \quad 3. N_k = 16 \cdot 10^5.$$

2. Электродвигатель через передаточный механизм, КПД которого  $\eta = 0,8$ , приводит во вращение приводной вал конвейера, мощность на котором должна быть  $P_{пр} = 4$  кВт. Определите требуемую мощность электродвигателя  $P_{эд тр}$ .

$$1. P_{эд тр} = 4 \text{ кВт}; \quad 2. P_{эд тр} = 5 \text{ кВт}; \quad 3. P_{эд тр} = 3,2 \text{ кВт}.$$

3. Передаточный механизм рабочей машины состоит из ременной ( $u_{рем} = 3$ ), червячной ( $u_ч = 30$ ) и зубчатой ( $u_з = 4$ ) передач. Определите общее передаточное число  $u_o$  механизма.

$$1. u_o = 37; \quad 2. u_o = 360; \quad 3. u_o = 23.$$

4. Какой модуль в косозубой передаче меньше – окружной  $m_t$  или нормальный  $m_n$ ?

1.  $m_t$ ; 2.  $m_n$ ; 3. Оба одинаковы.

5. Как выражается окружной модуль  $m_t$  через нормальный  $m_n$  в косозубой передаче с углом наклона зубьев  $\beta$ ?

1.  $m_t = m_n \cdot \cos \beta$ ; 2.  $m_t = m_n / \cos \beta$ ; 3.  $m_t = m_n / \sin \beta$ .

6. Определите модуль  $m$  прямозубого колеса с нормальным зацеплением, если известны:

диаметр вершин зубьев  $d_a = 136$  мм;

диаметр впадин зубьев  $d_f = 100$  мм.

1.  $m = 3$  мм; 2.  $m = 6$  мм; 3.  $m = 8$  мм.

7. Прямозубое колесо имеет модуль  $m = 4$  мм и число зубьев  $z = 30$ . Какой модуль должен быть у зубчатого колеса с числом зубьев  $z = 40$ , чтобы делительные диаметры колес были одинаковы?

1.  $m = 5$  мм; 2.  $m = 3$  мм; 3.  $m = 2$  мм.

### II вариант

1. Определите окружной шаг  $P_t$  нормального зубчатого зацепления, если известны:

диаметр впадин зубьев  $d_f = 55$  мм;

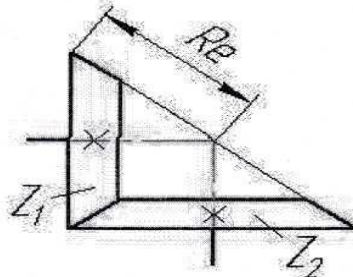
делительный диаметр  $d = 60$  мм.

1.  $P_t = 3,15$  мм; 2.  $P_t = 4$  мм; 3.  $P_t = 6,28$  мм.

2. Определите число зубьев прямозубого колеса с нормальным зацеплением, если известны диаметр делительной окружности  $d = 120$  мм, диаметр вершин зубьев  $d_a = 128$  мм.

1.  $z = 18$ ; 2.  $z = 30$ ; 3.  $z = 32$ .

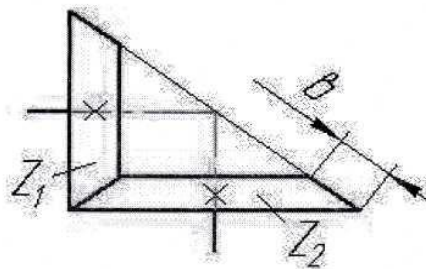
3. Коническая прямозубая передача имеет передаточное число  $u = 2$ , внешний окружной модуль  $m_e = 4$  мм, число зубьев шестерни  $z_1 = 25$ . Определите внешнее конусное расстояние  $R_e$  (см.рисунок).



1.  $R_e = 138$  мм; 2.  $R_e = 122,47$  мм; 3.  $R_e = 95,5$  мм.

4. Коническая прямозубая передача имеет средний окружной модуль  $m_m = 6,3$  мм, ширину зубчатого венца  $b = 75$  мм (см.рисунок). Определите внешний окружной модуль  $m_e$ , если  $z_1 = 25$ ,  $z_2 = 50$ .





1.  $m_e = 7,64$  мм; 2.  $m_e = 5,51$  мм; 3.  $m_e = 4,81$  мм.

5. Какой вид отказа наиболее вероятен для закрытой зубчатой передачи?

1. Поломка зубьев;
2. Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев;
3. Износ зубьев.

6. Какой вид отказа наиболее вероятен для открытой зубчатой передачи, работающей без перегрузок?

1. Поломка зубьев;
2. Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев;
3. Смятие рабочих поверхностей зубьев.

### **III вариант**

1. Механическая передача является понижающей и называется редуктором при...

1.  $u < 1$ ,  $n_1 < n_2$ ;
2.  $u < 1$ ,  $n_1 > n_2$ ;
3.  $u > 1$ ,  $n_1 < n_2$ ;
4.  $u > 1$ ,  $n_1 > n_2$ .

2. Коэффициент полезного действия (КПД) механического привода определяется по формуле...

1.  $\eta = 1 - \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$ ;
2.  $\eta = \eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_n$ ;
3.  $\eta = 1 - (\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_n)$ ;
4.  $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$ .

3. Наиболее высокий КПД имеет ... передача.

1. Зубчатая коническая;
2. Цепная;
3. Червячная;
4. Ременная;
5. Зубчатая цилиндрическая.

4. К механическим передачам зацеплением относятся...

1. Зубчатые, волновые, клиноременные;
2. Зубчатые, фрикционные, червячные;
3. Зубчатые, цепные, червячные, планетарные;
4. Зубчатые, червячные, ременные, фрикционные.

5. К механическим передачам трением относится...

1. Червячная;
2. Клиноременная;
3. Волновая зубчатая;
4. Планетарная;
5. Винтовая.

6. Большее передаточное отношение имеет ... передача.

1. Коническая зубчатая;
2. Ременная;
3. Цепная;
4. Цилиндрическая зубчатая;
5. Червячная.

7. В механическом приводе быстроходной называется передача...

1. Расположенная ближе к двигателю;
2. Расположенная ближе к рабочему органу привода;
3. Открытая;
4. Закрытая.

#### ***IV вариант***

1. В цилиндрических зубчатых передачах передаточное отношение...

1. Постоянное;
2. Переменное;
3.  $u = 0$ ;
4.  $u = \infty$ .

2. Минимальное число зубьев прямозубых зубчатых колес по условию отсутствия подрезания равно...

1.  $z_{\min} = 21$ ;
2.  $z_{\min} = 19$ ;
3.  $z_{\min} = 17$ ;
4.  $z_{\min} = 11$ ;
5.  $z_{\min} = 24$ .

3. Зацепление зубчатых колес эквивалентно качению без скольжения окружностей называемых...

1. Делительными окружностями;
2. Начальными окружностями;
3. Окружностями вершин зубьев;
4. Основными окружностями;
5. Окружностями впадин зубьев.

4. У зубчатых колес находящихся в зацепление должны быть одинаковыми...

1. Делительные диаметры;
2. Ширина колес;
3. Числа зубьев;

#### 4. Модули.

5. Стандартизированным параметром зубчатых колес является...

1. Число зубьев;
2. Угол наклона зубьев;
3. Делительный диаметр;
4. Модуль зацепления;
5. Шаг зубьев.

6. В зубчатой передаче напряжения изгиба вызывают ... зубьев.

1. Усталостное выкрашивание;
2. Поломку;
3. Износ;
4. Заедание.

7. Основными критериями работоспособности зубчатых передач являются ...

1. Прочность при срезе зубьев;
2. Контактная прочность зубьев;
3. Прочность при смятии зубьев;
4. Прочность при изгибе зубьев.

#### ***V вариант***

1. В зацеплении косозубой цилиндрической передачи действуют силы ...

1. Радиальная, окружная;
2. Радиальная, осевая, нормальная;
3. Радиальная, окружная, нормальная;
4. Радиальная, окружная, осевая.

2. При проектном расчете размеры открытой зубчатой передачи определяют расчетом ...

1. На прочность при изгибе зубьев;
2. На прочность при срезе зубьев;
3. На контактную прочность зубьев;
4. На прочность при смятии зубьев;
5. На прочность при сжатии зубьев.

3. Большее передаточное отношение обеспечивает ... редуктор

1. Цилиндрический одноступенчатый;
2. Конический одноступенчатый;
3. Червячно-цилиндрический;
4. Цилиндрический соосный;
5. Коническо-цилиндрический.

4. Принцип действия ременной передачи основан на использовании сил...

1. Скольжения;
2. Зацепления;

3. Трения;
4. Давления.

5. Основным расчетом ременных передач является расчет по...

1. По долговечности ремня;
2. Тяговой способности;
3. Прочности ремня;
4. Допускаемому натяжению ремня.

6. Максимальное рекомендуемое число ремней в ременной передаче не должно превышать...

1. 2; 2. 4; 3. 8; 4. 20.

7. Основным недостатком ременных передач является:

1. Непостоянство передаточного отношения;
2. Шум при работе;
3. Высокая стоимость;
4. Низкий кпд.

8. Окружная сила  $F_t$  в ременной передаче определяется по формуле...

1.  $F_t = F_1 - F_2$ ;
2.  $F_t = F_0 + \Delta F$ ;
3.  $F_t = F_0 - \Delta F$ ;
4.  $F_t = 2F_0$ .

9. Клиновая форма ремня по сравнению с плоским ремнем ... сцепление со шкивом

1. Увеличивает;
2. Уменьшает;
3. Не влияет на.

**РАССМОТРЕНО**

на заседании методической (цикловой)  
комиссии дисциплин отделения «Электрификация  
и автоматизация сельского хозяйства»

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

Председатель \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П.  
*подпись*

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по учебной работе

\_\_\_\_\_  
С.Н.Рохина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ**

Специальность

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

*(шифр и наименование специальности)*

Дисциплина ОП.02 «Техническая механика»

*(номер и наименование УД (МДК))*

Курс 2 Учебная (ые) группа (ы) МГ-21

Семестр: № 3, 4

Преподаватель \_\_\_\_\_ /Онохина З.А./  
*подпись* *Фамилия И.О.*

**Экзаменационные билеты для проведения  
экзамена по учебной дисциплине ОП.02 Техническая механика**

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
**(ГАПОУ АО «ВСТ»)**

| Утверждаю                                                                   | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной<br>работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>№ <u>1</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
*(шифр и наименование специальности)*

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Основные понятия и аксиомы статики.
2. Вопрос №2. Шпоночные соединения. Достоинства и недостатки.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
*подпись* *Фамилия И.О.*

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>2</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Плоская система сходящихся сил. Геометрическое условие равновесия.
2. Вопрос №2. Разновидность шпоночных соединений.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>3</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Плоская система произвольно расположенных сил. Условие равновесия.
2. Вопрос №2. Муфты, типы и классификация.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.



государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                         | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>4</u><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Виды опор балок. Определение реакции опор.
2. Вопрос №2. Методика подбора подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                         | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>5</u><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Центр тяжести тела.
2. Вопрос №2. Классификация подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>6</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии.
2. Вопрос №2. Маркировка подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

1. государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»
2. (ГАПОУ АО «ВСТ»)
- 3.

| Утверждаю                                                                |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>7</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

- 4.
- 5.
6. Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
7. (шифр и наименование специальности)
- 8.
- 9.
10. Курс 2 Учебная группа МГ-21
11. Вопрос №1. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
2. Вопрос №2. Методика подбора подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                    | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __ 8__</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Внутренние силовые факторы при кручении.
2. Вопрос №2. Подшипники качения: устройство, достоинства и недостатки.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_Онохина З.А.\_\_\_\_  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                    | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __ 9__</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Расчеты на прочность при кручении.
2. Вопрос №2. Расчет и конструирование цепных передач.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_Онохина З.А.\_\_\_\_  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

|                                                                         |                                                                                |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                               | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 10</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                            |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____Рохина С.Н.<br>«__»_____20__г. |                                                                                | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__»_____20__г.<br>Председатель _____Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(цифры и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Основные понятия и определения изгиба. Классификация видов изгиба.
2. Вопрос №2. Расчет и конструирование ременных передач.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

|                                                                         |                                                                                       |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                               | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>11</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                            |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____Рохина С.Н.<br>«__»_____20__г. |                                                                                       | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__»_____20__г.<br>Председатель _____Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(цифры и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Расчеты на прочность при изгибе.
2. Вопрос №2. Подшипники качения, устройство, достоинства и недостатки.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

|                                                                         |                                                                                |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                               | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 12</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                            |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____Рохина С.Н.<br>«__»_____20__г. |                                                                                | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__»_____20__г.<br>Председатель _____Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(цифры и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Зубчатые передачи, их назначение, классификация.
2. Вопрос №2. Виды деформаций, метод Р.О.З.У.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

|                                                                             |                                                                                |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                                   | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 13</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                                |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. |                                                                                | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(цифры и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Кручение. Определение. Основные понятия о кручении брусьев круглого поперечного сечения.
2. Вопрос №2. Маркировка подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>14</u><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
2. Вопрос №2. Червячные передачи: назначение, устройство.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>15</u><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Методика определения центра тяжести плоских фигур.
2. Вопрос №2. Подбор подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

|                                                                         |                                                                                |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                               | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 16</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                            |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____Рохина С.Н.<br>«__»_____20__г. |                                                                                | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__»_____20__г.<br>Председатель _____Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(цифры и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Расчеты на прочность при кручении.
2. Вопрос №2. Классификация и маркировка подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

1. государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
2. (ГАПОУ АО «ВСТ»)  
3.

|                                                                        |                                                                                |                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Утверждаю                                                              | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 17</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | Рассмотрено                                                                                                                           |
| Зам. директора по учебной<br>работе _____Рохина С.Н.<br>«_»_____20__г. |                                                                                | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «_»_____20__г.<br>Председатель _____Соломатова Н.<br>П. |

- 4.
- 5.
6. Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения
7. (шифр и наименование специальности)
- 8.
- 9.
10. Курс 2 Учебная группа МГ-21
11. Вопрос №1. Проектный расчет при растяжении и сжатии.
2. Вопрос №2. Прямозубый редуктор: устройство, основные параметры.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.



государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                       | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>18</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс   2   Учебная группа   МГ-21  

1. Вопрос №1. Проектный расчет при кручении.
2. Вопрос №2. Изучение конструкции конического редуктора.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               |                                                                                       | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ <u>19</u></b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс   2   Учебная группа   МГ-21  

1. Вопрос №1. Проектный расчет при изгибе.
2. Вопрос №2. Червячные передачи, достоинства и недостатки, область применения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                    | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __20__</b><br>по ОП.02 «Техническая механика» | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии.
2. Вопрос №2. Подбор подшипников качения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Онохина З.А. /  
подпись Фамилия И.О.