

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Новозыбковский сельскохозяйственный техникум – филиал ФГБОУ ВО  
«Брянский государственный аграрный университет»

Бачал С.П.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**  
по дисциплине

**«Техническая механика»**

Новозыбков, 2020

УДК 531.8 (076)  
ББК 30.12  
Б 32

Бачал, С. П. Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Техническая механика» / С. П. Бачал. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. – 63 с.

В методических рекомендациях приведены основные требования по выполнению практических работ по дисциплине «Техническая механика», критерии выполнения студентами практических заданий, требования по оформлению практических работ.

Методические рекомендации предназначены для преподавателей и студентов образовательных организаций среднего профессионального образования специальностей 35.02.07 Механизация сельского хозяйства, 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования.

Разработчик: С.П. Бачал, преподаватель Новозыбковского филиала ФГБОУ ВО Брянский ГАУ 1 категории

Рекомендовано к изданию методическим советом Новозыбковского филиала Брянского ГАУ от 15 мая 2020 года, протокол №6.

© Брянский ГАУ, 2020  
© Бачал С. П., 2020

## Содержание

Введение .....	4
Дидактические цели практических занятий .....	4
Основные структурные элементы практических занятий .....	4
Формы и методы организации практических занятий .....	5
Руководство проведением практических занятий .....	6
Учет и оценка выполненных практических работ .....	6
Оформление практических работ .....	8
Перечень практических работ .....	8

## **Введение**

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Техническая механика» составлены в помощь студентам специальностей 35.02.07 Механизация сельского хозяйства и 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования, выполняющим практические работы по дисциплине.

В настоящее время в дорожной отрасли России основной объем финансовых средств направляется на поддержание существующих автомобильных дорог в надлежащем состоянии в условиях возрастающей интенсивности движения и роста осевых нагрузок. В связи с этим изучение дисциплины «Техническая механика» приобретает особую актуальность. В процессе выполнения практических работ студенты закрепляют знания, полученные на уроках, приобретают практические навыки работы с приборами и оборудованием.

### **Дидактические цели практических занятий**

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений, необходимых в последующей деятельности, как учебной, так и профессиональной. Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения. В связи с этим, задачами проведения практических занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- развитие у будущих специалистов интеллектуальных и аналитических умений;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

### **Основные структурные элементы практических занятий**

При отборе содержания практических работ по дисциплине руководствуются перечнем профессиональных умений, которые должны быть сформированы у специалиста в процессе изучения данной дисциплины. Основой для определения полного перечня работ являются квалификационные требования к специалисту.

Структура практического занятия сводится к следующему:

- сообщение темы и цели работы;

- проверка теоретических знаний, которые необходимы для рациональной работы с оборудованием, осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- разработка алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности;
- инструктаж по технике безопасности;
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов;
  
- непосредственное проведение экспериментов или практических работ;
- обобщение и систематизация полученных результатов (в виде таблиц, графиков);
- подведение итогов занятия.

### **Формы и методы организации практических занятий**

Практические занятия по дисциплине «Техническая механика» специальности 35.02.07 Механизация сельского хозяйства проводятся после изучения определенного учебного материала программы.

По данной дисциплине это наиболее рациональная форма, так как она позволяет более тесно увязать практическую деятельность с теоретическим материалом, облегчает преподавателю производить руководство работой, позволяет провести общий развернутый инструктаж и коллективно подвести итоги.

Проводят практическое занятие преимущественно в такой последовательности:

вступительное слово преподавателя, объяснения непонятных студентам вопросов, запланированная практическая часть, завершающее слово преподавателя.

Для каждого занятия чрезвычайно важной является вступительная часть. Чем она более динамична, тем быстрее студенты настроятся на восприятие новой дисциплины и будут готовы к творческой работе. Важное напоминание основных требований, правил на занятии, объявления задание на следующее занятие с короткой аргументацией. Это следует делать с учетом того, что в начале занятия студенты должны быть внимательны и сконцентрированы.

Преподаватель напоминает студентам цели и задачи занятия, определяет формы работы на уроке, время на проведение отдельных видов деятельности, то есть предоставляет занятию конструктивно прагматичный характер, привлекает аудиторию.

Иногда практические занятия начинают с короткого обобщения главных научно-теоретических положений, которые должны служить исходным моментом в работе студентов. Чаще всего это делает преподаватель, поскольку определить самое важное, точно сформулировать научно-теоретические положения или охарактеризовать методы работы студенту не всегда удается. Однако иногда такое обобщение поручают делать студентам, заранее предупредив их об этом.

После обобщения преподаватель должен дать ответы на отдельные теоретические вопросы, возникшие у студентов в процессе подготовки к занятию.

Важно, чтобы этот процесс не затянулся. Преподаватель в таком случае может также предложить студентам обратиться к учебнику, учебного пособия, перенести объяснения на консультацию. Действия преподавателя зависят от сложности вопроса, наличия литературы.

После освещения теории вопроса переходят к собственно практическому занятию.

### **Руководство проведением практических занятий**

Эффективность практических занятий зависит в значительной степени от того, как проинструктированы студенты о выполнении практических работ. Для этого используются инструкционные карты. При подготовке к работе по карте студенты получают возможность спланировать свою деятельность.

В инструкционных картах обычно выделяют следующие разделы:

- тема;
- цель работы;
- пособия и инструменты;
- вопросы для подготовки к работе;
- содержание работы;
- методические указания.

Педагогическая ценность подобных карт заключается в том, что они представляют собой четкую инструкцию для самостоятельной работы студентов. Если студент пропустил какое-то занятие, он может выполнить ее индивидуально во вне учебное время.

Важную роль на практических занятиях играет педагогическое руководство. На начальных этапах обучения большое значение имеет четкая постановка познавательной задачи, а также инструктаж, в процессе которого студенты осмысливают сущность задания, последовательность выполнения его отдельных элементов. Преподаватель должен проверить теоретическую и практическую подготовленность студентов к занятию, обратить внимание на трудности, которые могут возникнуть в процессе работы, ориентировать студентов на самоконтроль.

При проведении практических занятий особое значение имеет личностный подход к студентам. Каждый из них имеет различный уровень теоретической подготовки. Кроме этого, в процессе выполнения задания, студенты могут применить различный практический прием. Преподаватель должен четко отслеживать в процессе выполнения задания деятельность студентов и оценивать их действия.

### **Учет и оценка выполненных практических работ**

Критерии оценки работы студентов на практическом занятии:

*1. Критерии оценки выполнения практических заданий.*

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном

объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## 2. *Оценивание защиты контрольных вопросов.*

Оценка «отлично» ставится в том случае, если студент:

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Оценка «хорошо» ставится, если:

- ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку «отлично», но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- студент допустил одну ошибку или не более двух недочетов и может их
- исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент:

- правильно понимает сущность вопроса, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала;
- допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент:

- не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочетов, чем необходимо для оценки «удовлетворительно».
- не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

## Оформление практических работ

Общие требования к выполнению и оформлению практических работ.

*Ход работы:*

- ✓ изучить теоретический материал;
- ✓ выполнить задания;
- ✓ описать ход выполнения заданий;
- ✓ ответить на контрольные вопросы.

Выполнение практических занятий должно быть оформлено в тетради для практических работ, и включать в себя:

- номер и тему занятия;
- цель занятия;
- необходимые расчеты;
- заполненные таблицы;
- схемы и структуры;
- необходимые выводы;
- краткие ответы на контрольные вопросы.

## Перечень практических работ

1. ПЗ. Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
2. ПЗ. Определение реакций (спор) двухопорной балки.
3. ПЗ. Определение параметров вращающегося тела вокруг неподвижной оси.
4. ПЗ. Решение задач по разделу «Динамика».
5. ПЗ. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при растяжении (или сжатии). Определение перемещений.
6. ПЗ. Решение задач на определение прочности.
7. ПЗ. Построение эпюр крутящих моментов и определение диаметра вала из условия прочности и жёсткости при кручении.
8. ПЗ. Построение эпюр пересечённых сил и изгибающих моментов по характерным точкам, определение размеров поперечных сечений балок при изгибе.
9. ПЗ. Определение модуля сдвига при испытании на кручение.
10. ПЗ. Проверочный расчёт на устойчивость. Определение допускаемой нагрузки.
11. ПЗ. Кинематический и силовой расчёт многоступенчатого привода.
12. ПЗ. Кинематический и геометрический расчёт зубчатых передач.
13. ПЗ. Расчёт зубчатых передач на контактную прочность и изгиб.
14. ПЗ. Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора.
15. ПЗ. Изучение конструкции червяного редуктора.



**Инструкционно-технологическая карта  
на выполнение практической работы №1  
по дисциплине «Техническая механика»**

Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Плоская система сходящихся сил.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* Выработка навыков в определении равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитическим и графическим способом.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

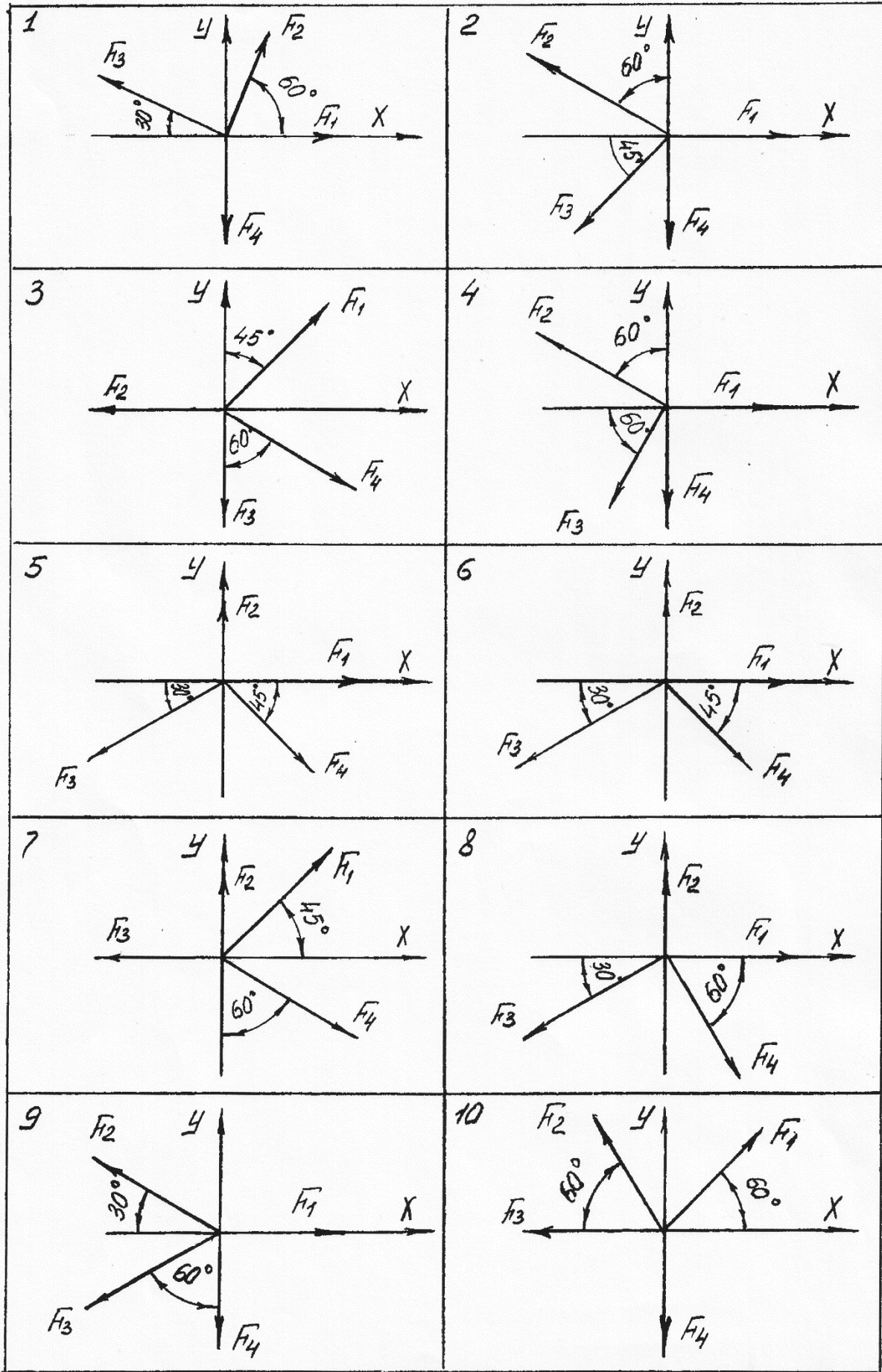
*Указания по выбору задания:*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Номер схемы выбирается в соответствии с вариантом. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок ее выполнения:*

**Задание.**

Для заданной плоской системы сходящихся сил определить величину и направление равнодействующей силы  $F_{\Sigma}$  аналитическим и графическим способами.



№ схемы на рис.1	Вариант	F <sub>1,кн</sub>	F <sub>2,кн</sub>	F <sub>3,кн</sub>	F <sub>4,кн</sub>	№ схемы на рис.1	Вариант	F <sub>1,кн</sub>	F <sub>2,кн</sub>	F <sub>3,кн</sub>	F <sub>4,кн</sub>
1	01	3	5	8	6	6	02	4	6	8	10
	11	4	6	5	3		12	5	4	3	6
	21	8	10	9	6		22	12	10	4	5
	31	7	4	5	4		32	3	3	5	6
2	03	10	8	6	5	7	04	5	4	6	8
	13	6	4	3	8		14	7	6	4	3
	23	7	8	4	3		24	10	8	5	4
	33	9	5	6	4		34	8	6	9	3
3	05	5	8	4	7	8	06	6	4	3	5
	15	4	9	3	8		16	7	8	9	10
	25	3	7	8	9		26	4	3	5	6
	35	6	5	6	5		36	8	9	6	4
4	07	6	9	7	8	9	08	3	5	4	6
	17	8	6	5	4		18	6	4	3	8
	27	9	3	4	5		28	9	10	4	5
	37	7	8	6	3		38	8	9	6	4
5	09	5	6	3	4	10	10	10	8	7	6
	19	4	5	4	9		20	5	4	6	8
	29	3	55	8	7		30	8	6	4	5
	39	6	4	7	8		40	5	8	6	9

### Порядок выполнения

#### *Аналитический способ.*

1. Изобразить систему сил на рисунке, соблюдая при этом задание величины углов.
2. Определить проекцию равнодействующей на ось X:
3. Определить проекцию равнодействующей на ось Y:
4. Определить величину (модуль) равнодействующей
5. Определить направление равнодействующей
6. Изобразить равнодействующую на рисунке в соответствии с величиной полученного угла.

### Порядок построения многоугольника сил.

#### *Графический способ.*

1. Вычертить векторы сил заданной системы в некотором масштабе  

$$M = \frac{\text{кн}}{\text{см}}$$
 один за другим так, чтобы конец предыдущего вектора совпадал с началом последующего.
2. Вектор равнодействующей замыкает полученную ломаную линию; он соединяет начало первого вектора с концом последнего и направлен ему навстречу, изменив равнодействующую и умножив на масштаб построения, получим её величину.

3. При изменении порядка вычерчивания векторов в многоугольнике меняется вид фигуры. На результат порядок вычерчивания не влияет.

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретенные студентами умения и знания при выполнении работы*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-определять равнодействующую системы сил.

*Знать:*

-геометрический и аналитический способы определения равнодействующей;

-условия равновесия системы сил;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Что называется системой сходящихся сил?
2. Как определяется равнодействующая системы сил геометрическим способом?
3. Что называется проекцией?
4. Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил
5. Как должна располагаться сила по отношению к оси, чтобы проекция была равна силе?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №2  
по дисциплине «Техническая механика»**

Определение опорных реакций балок.

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Плоская система произвольно расположенных сил.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* Обработка практических навыков в составлении расчетных схем балок и определения реакций опор.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

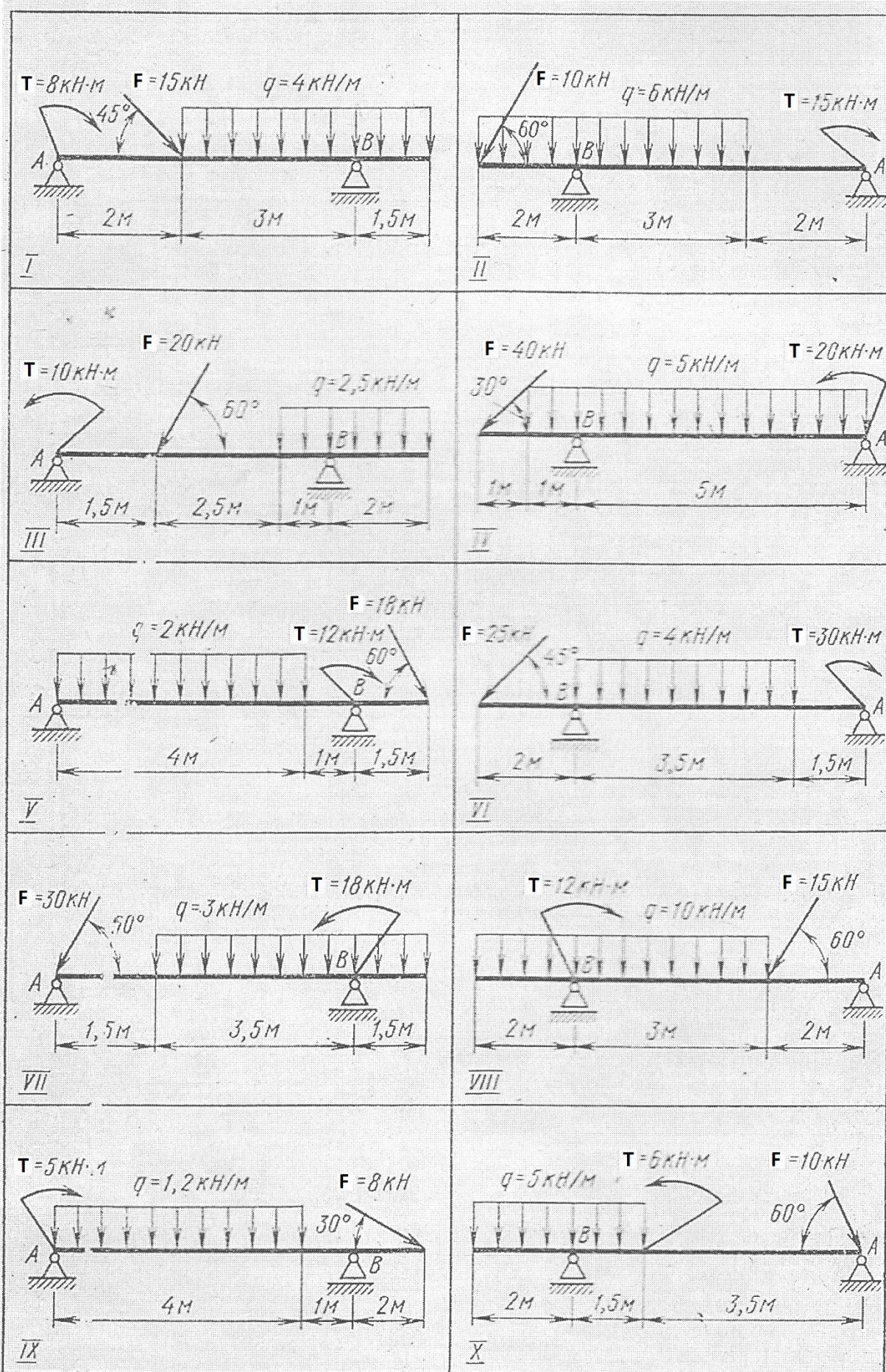
*Указания по выбору задания:*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Номер схемы выбирается в соответствии с вариантом. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок ее выполнения:*

**Задание.**

Для двухопорной балки, нагруженной, как показано на рисунке, сосредоточенной силой  $F$ , равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью  $g$ , и парой сил с моментом  $T$  определить реакции опор.



Порядок выполнения работы:

Задачу рекомендуется решать в такой последовательности:

- 1) изобразить балку вместе с нагрузками на рисунке, соблюдая при этом заданные размеры ее участков и угла  $\alpha$  (эти данные для своего варианта учащийся находит в табл.);
- 2) выбрать расположение осей координат (в данном случае целесообразно ось  $x$  совместить с балкой, а ось  $y$  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 собственной оси;
- 4) составить уравнения равновесия  $\sum x_i=0$  – алгебраическую сумму проекций на ось  $x$ ;  $\sum T_A(F_i)=0$  – алгебраическую сумму моментов относительно точки  $A$  и  $\sum T_B(F_i)=0$  – 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.

№ схемы на рис.1	Вариант	F	T	q	№ схемы на рис.1	Вариант	F	T	q
		кН	кН·м	кН/м			кН	кН·м	кН/м
1.	00	20	10	10	2.	01	10	40	10
	13	30	20	20		15	30	30	20
	27	40	10	20		26	40	30	20
	33	50	10	20		32	40	30	30
3.	02	20	10	10	4.	03	20	10	10
	14	30	10	10		17	30	10	10
	29	10	10	10		28	40	10	20
	35	10	10	20		34	50	10	20
5.	05	10	10	10	6.	04	30	10	10
	16	10	10	20		19	40	10	10
	21	20	10	20		20	50	10	10
	37	30	10	20		36	50	10	20
7.	07	10	10	10	8.	06	10	10	10
	18	20	10	10		11	20	10	10
	23	20	10	20		22	20	20	20
	38	30	10	20		30	30	20	20
9.	09	20	10	10	10.	08	10	10	10
	10	30	10	10		12	20	10	10
	25	30	10	20		24	30	10	10
	31	40	10	20		39	30	10	20

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретенные студентами умения и знания при выполнении работы*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-определять равнодействующую системы сил.

*Знать:*

-геометрический и аналитический способы определения равнодействующей;

-условия равновесия системы сил;

*уметь:*

-использовать уравнения равновесия для определения неизвестных сил;

-определять реакции в опорах балочных систем, выполнять проверку правильности решения.

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Что называется плоской системой произвольно расположенных сил
2. Укажите возможные случаи приведения плоской системы произвольно расположенных сил к данному центру.
3. Запишите формы уравнений равновесия произвольной плоской системы сил.
4. Перечислите виды опор балочных систем.
5. Приведите классификацию нагрузок.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.



**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №3  
по дисциплине «Техническая механика»**

Определение параметров вращающегося тела  
вокруг неподвижной оси

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Простейшие движения твердого тела.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* Отработка практических навыков определения кинематических параметров вращающегося тела.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

*Указания по выбору задания:*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок ее выполнения.*

*Задание.*

Вращение колеса диаметром  $d=$  м определяется уравнением  $\varphi=$  , где  $t$  в сек,  $\varphi$  – в радианах. Определить угловую и линейную скорости, угловое, касательное, нормальное и полное ускорения точек на ободе диска. Угловое перемещение, число оборотов, сделанное колесом и путь пройденный точкой через  $t=$  секунды после начала движения.

*Порядок выполнения работы:*

1. Определяем закон изменения угловой скорости.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

2. Вычисляем угловую скорость

$$\omega = \quad \text{рад/с}$$

3. Находим линейную скорость

$$v = \omega \cdot r = \omega \frac{d}{2} = \quad \text{м/с}$$

4. Определяем закон изменения углового ускорения

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

5. Вычисляем угловое ускорение

$$\varepsilon = \quad \text{рад/с}$$

6. Находим касательное ускорение

$$a_t = \varepsilon r = \varepsilon \frac{d}{2} \quad \text{м/с}^2$$

7. Вычисляем нормальное ускорение

$$a_n = \omega^2 r = \omega^2 \frac{d}{2} \quad \text{м/с}^2$$

8. Определяем полное ускорение

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{\quad} = \quad \text{м/с}^2$$

9. Вычисляем угловое перемещение

$$\varphi = \quad \text{рад}$$

10. Находим число оборотов

$$N = \frac{\varphi}{2\pi} = \quad \text{об.}$$

11. Путь пройденный точкой от начала движения

$$S = \varphi \cdot r = \varphi \frac{d}{2} = \quad \text{м}$$

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

Приобретенные студентами умения и навыки при выполнении работы

*Студент должен:*

*уметь:*

- определять параметры вращающегося тела

*знать:*

- обозначения, единицы измерения кинематических параметров движения.

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Что изучает кинематика?
2. Дайте объяснение относительного покоя и движения.
3. Дайте определение понятия траектории.
4. Назовите виды движения точки по форме траектории.
5. Что такое скорость? В каких единицах она измеряется?
6. Какой вид движения называется вращательным?
- 7.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

### Индивидуальное задание

№ задания	Диаметр колеса	Уравнение движения	Время движения
1	d=0,4 м	$\varphi=1,1t^3+2t^2$	t=1,0 с
2	d=0,6 м	$\varphi=1,2t^3+1,2t^2$	t=1,1 с
3	d=0,5 м	$\varphi=1,3t^3+1,4t^2$	t=1,2 с
4	d=0,7 м	$\varphi=1,4t^3+1,5t^2$	t=1,3 с
5	d=0,6 м	$\varphi=1,5t^3+1,1t^2$	t=1,4 с
6	d=0,55 м	$\varphi=1,6t^3+2,1t^2$	t=1,5 с
7	d=0,65 м	$\varphi=1,7t^3+1,9t^2$	t=1,6 с
8	d=0,3 м	$\varphi=1,8t^3+1,3t^2$	t=1,7 с
9	d=0,9 м	$\varphi=2,0t^3+1,6t^2$	t=1,8 с
10	d=1 м	$\varphi=2,1t^3+2,0t^2$	t=1,9 с
11	d=0,4 м	$\varphi=1,9t^3+2,2t^2$	t=2,0 с
12	d=0,5 м	$\varphi=2,4t^3+2,7t^2$	t=2,1 с
13	d=0,55 м	$\varphi=2,5t^3+1,2t^2$	t=2,2 с
14	d=0,6 м	$\varphi=2,3t^3+1,6t^2$	t=2,3 с
15	d=0,7 м	$\varphi=2,6t^3+1,8t^2$	t=2,4 с
16	d=0,3 м	$\varphi=2,7t^3+1,9t^2$	t=2,5 с
17	d=0,5 м	$\varphi=1,2t^3+2,0t^2$	t=2,6 с
18	d=0,75 м	$\varphi=1,1t^3+1,2t^2$	t=2,7 с
19	d=0,35 м	$\varphi=1,3t^3+1,5t^2$	t=2,8 с
20	d=0,95 м	$\varphi=1,4t^3+1,4t^2$	t=2,9 с
21	d=0,4 м	$\varphi=1,5t^3+2,1t^2$	t=1,9 с
22	d=0,6 м	$\varphi=1,4t^3+1,1t^2$	t=1,8 с
23	d=0,5 м	$\varphi=1,6t^3+1,9t^2$	t=1,7 с
24	d=0,7 м	$\varphi=1,7t^3+2,1t^2$	t=1,6 с
25	d=0,6 м	$\varphi=1,8t^3+1,6t^2$	t=1,5 с
26	d=0,55 м	$\varphi=2,0t^3+1,3t^2$	t=1,4 с
27	d=0,3 м	$\varphi=2,1t^3+2,2t^2$	t=1,3 с
28	d=0,9 м	$\varphi=1,9t^3+2,0t^2$	t=1,2 с
29	d=1,0 м	$\varphi=2,4t^3+1,2t^2$	t=1,1 с
30	d=0,4 м	$\varphi=2,5t^3+2,7t^2$	t=1,0 с
31	d=0,45 м	$\varphi=2,3t^3+1,8t^2$	t=2,1 с
32	d=0,5 м	$\varphi=2,6t^3+1,6t^2$	t=2,2 с
33	d=0,7 м	$\varphi=2,7t^3+2,0t^2$	t=2,3 с
34	d=0,3 м	$\varphi=1,2t^3+1,9t^2$	t=2,4 с
35	d=0,6 м	$\varphi=1,1t^3+1,5t^2$	t=2,5 с

**Инструкционно - технологическая  
карта на выполнение практической работы № 4  
по дисциплине «Техническая механика»**

Решение задач по разделу «Динамика»

Специальность: 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»

Тема. Работа и мощность, общие теоремы динамики.

Время на выполнение работы - 2 часа

Цель выполнения работы: Отработка практических навыков решения задач.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

Место проведения: Кабинет технической механики.

При выполнении работы использовать литературу:

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

*Указания по выбору задания.*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

Содержание работы, порядок её выполнения.

Задание № 1.

Тело  $M$  весом  $G = \quad$  Н равномерно перемещается вверх по наклонной плоскости,

Длина которой  $l = \quad$  м и угол подъёма  $\alpha = \quad$ . Определить работу, произведённую силой,

Направленной параллельно наклонной плоскости, и коэффициент полезного действия

Наклонной плоскости. Коэффициент трения  $f = 0,2$

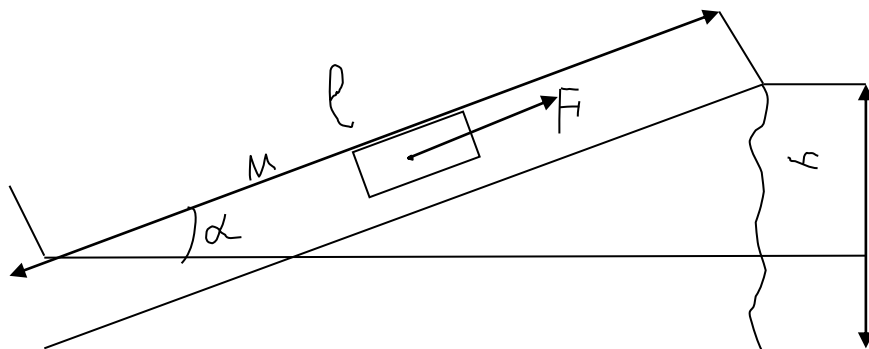


Рис. 1.

### Порядок выполнения работы:

1. Определён закон изменения угловой скорости

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

2. Вычисляем угловую скорость

$$\omega = \quad \text{рад/с}$$

3. Определяем закон изменения углового ускорения

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

4. Вычисляем угловое ускорение

$$\varepsilon = \quad \text{рад/с}^2$$

5. Определяем момент инерции однородного диска

$$J = \frac{md^2}{8} = \quad \text{кгм}^2$$

6. Вычисляем вращающийся момент

$$T_{\text{тр}} = J * \varepsilon = \quad \text{нм}$$

7. Находим запас кинетической энергии

$$K = J * \varepsilon = \quad \text{Дж}$$

Основные требования техники безопасности на рабочем месте:

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотрено планом выполнения работы запрещается.

Студент должен :

Уметь – рассчитывать работу с учётом потерь на трение.

Знать:

-Зависимости для определения силы трения;

-Формулы для расчёта работы;

-Уравнения вращательного движения.

Задание для отчёта:

Задание рассчитано на одно занятие. В течении этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчёта и зачтена преподавателем после собеседования.

### Порядок выполнения работы

1. При движении тела М (примем его за материальную точку) вверх по наклонной плоскости на него действует четыре силы: вес G, нормальная реакция наклонной плоскости N, движущая сила F и сила трения F<sub>тр</sub>.

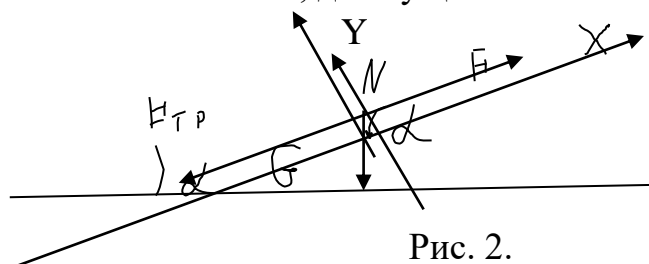


Рис. 2.

2. Работа силы  $F$  при перемещении тела по длине наклонной плоскости.

$$W = F * \ell$$

3. Найдём необходимую для перемещения тела  $M$  силу  $F$ .

Расположив оси координат, как показано на рисунке 2, составим два уравнения равновесия:

$$\Sigma F_{ix} = 0; F - G * \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_{iy} = 0; N - G * \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

Дополним эти уравнения третьим уравнением, выражающим основной закон трения:

$$F_{\text{тр}} = f * N = \quad (3)$$

Из уравнения (1)

$$F = G * \sin \alpha + F_{\text{тр}}$$

Вместо силы трения  $F_{\text{тр}}$ . Поставим её значение из уравнения (3):

$$F = G * \sin \alpha + fN,$$

А, вместо нормальной реакции  $N$  поставим её значение из уравнения (2)

$$F = G \sin \alpha + fG \cos \alpha = G (\sin \alpha + f * \cos \alpha)$$

4. Следовательно, работа силы  $F$

$$W = G * \ell (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

После подстановки в это уравнение числовых значений, получим

$$W = G * \ell (\sin \alpha + \cos \alpha) = \quad \text{Дж.}$$

5. Находим К.П.Д. наклонной плоскости:

$$\eta = \frac{W_n}{W} =$$

Полезная работа состоит в подъёме тела весом  $G$  на высоту

$H = \ell \sin \alpha$ , поэтому

$$\eta = \frac{W_n}{W} = \frac{G * \ell * \sin \alpha}{W} = \dots =$$

*Задание 2*

Вал на котором посажен однородный диск массой  $m =$  кг и диаметром  $d =$  м,

вращается согласно уравнению  $\varphi =$  ( $\varphi$  – в радианах,  $t$  в секундах).

Определить вращающий момент приложенный к диску и запас кинетической энергии накопленной диском через  $t =$  с после начала движения.

*Порядок выполнения работы:*

8. Определён закон изменения угловой скорости

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

9. Вычисляем угловую скорость

$$\omega = \quad \text{рад/с}$$

10. Определяем закон изменения углового ускорения

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d(\quad)}{dt} =$$

11. Вычисляем угловое ускорение

$$\varepsilon = \quad \text{рад/с}^2$$

12. Определяем момент инерции однородного диска

$$J = \frac{md^2}{8} = \quad \text{кгм}^2$$

13. Вычисляем вращающийся момент

$$T_{\text{вр}} = J * \varepsilon = \quad \text{нм}$$

14. Находим запас кинетической энергии

$$K = J * \varepsilon = \quad \text{Дж}$$

Основные требования техники безопасности на рабочем месте:

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотрено планом выполнения работы запрещается.

Студент должен :

Уметь – рассчитывать работу с учётом потерь на трение.

Знать:

-Зависимости для определения силы трения;

-Формулы для расчёта работы;

-Уравнения вращательного движения.

Задание для отчёта:

Задание рассчитано на одно занятие. В течении этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю. Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчёта и зачтена преподавателем после собеседования.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает динамика?
2. Что такое вращающийся момент?
3. Как вычисляется работа при вращательном движении?
4. Как вычисляется кинетическая энергия материальной точки?
5. Что такое момент инерции тела?

Разработал \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №5  
по дисциплине «Техническая механика»**

Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений при  
растяжении и сжатии, определение перемещений.

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Растяжение и сжатие.

*Время на выполнение работы – 2 часа.*

*Цель выполнения работы:* Выработка навыков построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений, определение перемещений при растяжении и сжатии.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

*Указания по выбору задания:*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Номер схемы, величины схемы и площади поперечных сечений участков бруса выбираются в соответствии с вариантом. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок её выполнения.*

*Задание.*

Двухступенчатый брус, длины которого указаны на рис.1, нагружен силами  $F_1$  и  $F_2$ . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить удлинение (укорочение) бруса, приняв  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.



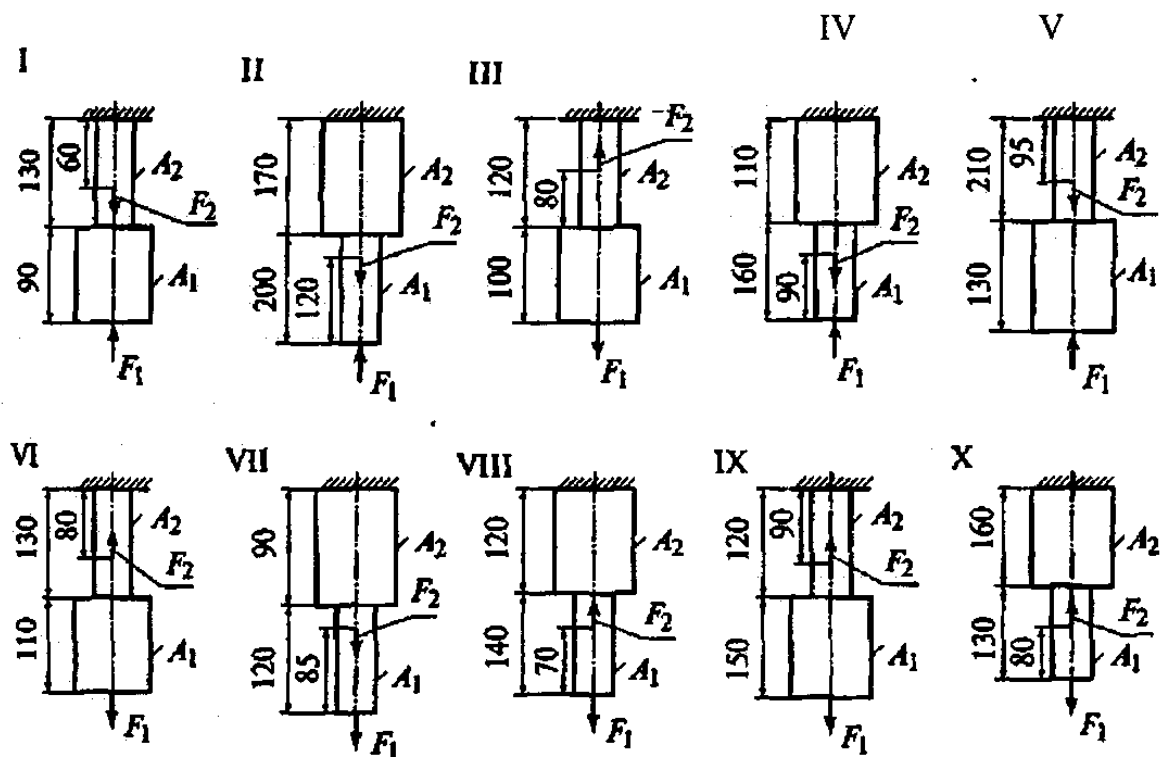


Рис.1

Номер схемы, числовые значения  $F_1$  и  $F_2$ , а также площади поперечных сечений  $A_1$  и  $A_2$  для различных вариантов указаны в табл. 1и 2.

Таблица

№ схе- мы на рис.1	Вариант	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН	$A_1$ , см <sup>2</sup>	$A_2$ , см <sup>2</sup>	№ схе- мы на рис.1	Вариант	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН	$A_1$ , см <sup>2</sup>	$A_2$ , см <sup>2</sup>
1	01	10	22	1,2	0,8	6	02	13	25	0,9	0,8
	11	12	10	1,1	0,9		12	6	3	0,8	0,4
	21	21	40	2,4	2,2		22	8,6	16	1,5	0,6
	31	18	23	1,8	1,4		32	8,1	15	1,4	0,7
2	03	3,3	8,0	0,4	0,5	7	04	16	8	1,4	2,4
	13	4	9,2	0,5	0,6		14	8,3	30,5	0,6	2,5
	23	4,8	10	0,4	0,8		24	19	9,8	1,3	2
	33	5,0	9,8	0,5	1,0		34	8	8,4	0,6	1,2
3	05	15	30	2,1	1,6	8	06	14	16	2,4	2,8
	15	14	18	2,3	2,1		16	16	12	1,1	3,0
	25	20	32	2,5	2,2		26	10	16	2,2	2,9
	35	30	36	2,4	1,6		36	6,2	17,6	3,0	3,2
4	07	8	18	2,0	3,0	9	08	22	30,6	2,7	2,1
	17	7,6	2,5	2,8	3,2		18	10,8	30	2,8	2,4
	27	17,6	43,2	3,0	3,2		28	11	24	2	1,6
	37	9,9	22,7	3,2	3,5		38	12	34	2,2	1,8
5	09	18	38	3,0	1,8	10	10	12	30	2,1	2,5
	19	14	20	2,6	1,5		20	14	40	2	2,6
	29	15	35	3,2	2,6		30	14,2	30	1,5	2,5
	39	12	28	2,9	1,6		40	25	37,5	1,6	2

### Методические указания

Многие элементы машин, сооружений, канаты, тросы, ремни, цепи и т.д., испытывают деформацию растяжения (сжатия).

Элемент конструкции, длина которого гораздо больше его поперечных размеров, называется брусом (стержнем).

При работе бруса на растяжение (сжатие) в его поперечных сечениях возникает продольная сила  $N$ .

Продольная сила в любом сечении бруса равна алгебраической сумме проекций на его продольную ось всех внешних сил, действующих на отсеченную часть:

$$N = \sum F_{ix}$$

**Правило знаков для продольных:** при растяжении продольная сила положительна, при сжатии – отрицательна (рис. 2).

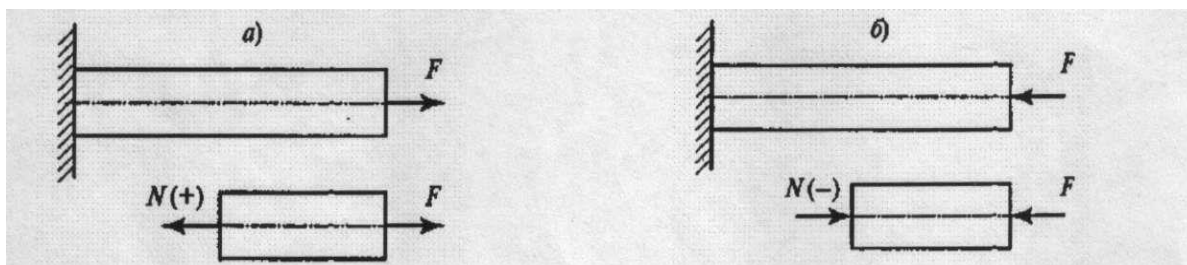


Рис.2

При растяжении (сжатии) бруса в его поперечных сечениях возникают нормальные напряжения

$$\sigma = N/A$$

Где  $A$  – площадь поперечного сечения бруса.

Для нормальных напряжений принимается то же правило знаков, что и для продольных сил.

Изменение длины бруса (удлинение или укорочение) равно алгебраической сумме удлинений (укорочений) его отдельных участков и вычисляется по формуле Гука:

$$\Delta l = \sum \Delta l_i = \sum \frac{N_i l_i}{EA_i},$$

где  $N_i$ ,  $l_i$ , и  $A_i$  - соответственно продольная сила, длина и площадь сечения в пределах каждого участка бруса, а  $E$  – модуль продольной упругости материала (для стали  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа).

**Пример.** Для двухступенчатого бруса (рис.3,а) определить и построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Определить удлинение (укорочение) бруса. Модуль упругости  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

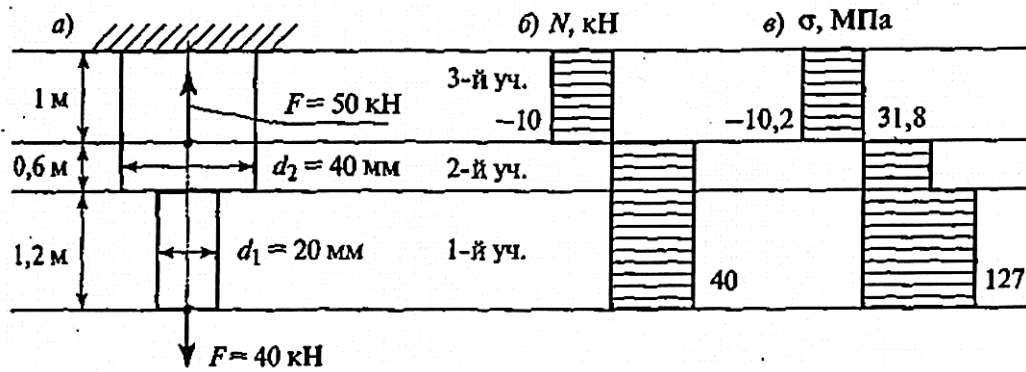


Рис. 3

Решение.1. Разделим брус на участки, начиная от свободного конца. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние силы, и место изменения размеров поперечных сечений (см. рис. 3,а).

2. Используя метод сечений, определяем значения продольной силы на каждом участке:

$$N_1 = F_1 = 40 \text{ кН};$$

$$N_2 = F_1 = 40 \text{ кН};$$

$$N_3 = F_1 - F_2 = 40 - 50 = -10 \text{ кН}.$$

По полученным значениям строим эпюру продольных сил. Проведя параллельно оси бруса базовую линию эпюры, откладываем перпендикулярно ей в произвольном масштабе отрезки, соответствующие продольным силам (рис. 3, б).

3. Вычисляем значения нормальных напряжений на каждом участке, предварительно рассчитав соответствующую площадь сечения:

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2;$$

$$A_2 = A_3 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2;$$

$$G = \frac{N_1}{A_1} = \frac{40 \cdot 10^3}{314} = 127 \text{ МПа};$$

$$G = \frac{N_2}{A_2} = \frac{40 \cdot 10^3}{1256} = 31,8 \text{ МПа};$$

$$G = \frac{N_3}{A_3} = \frac{-10 \cdot 10^3}{1256} = -10,2 \text{ МПа}.$$

Строим эпюру нормальных напряжений таким же образом, как и эпюру продольных сил (рис.3,в).

4. Определяем полное удлинение (укорочение) бруса по формуле Гука:

$$\Delta l = \frac{N_1 l_1}{EA_1} + \frac{N_2 l_2}{EA_2} - \frac{N_3 l_3}{EA_3} = \frac{1}{2 \cdot 10^5} \left( \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{314} + \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^3}{1256} - \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3}{1256} \right) = 0,79 \text{ мм}.$$

Ответ:  $\Delta l = 0,79 \text{ мм}$ .

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретаемые студентами знания и умения при выполнении работы:*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

*Знать:*

-правила построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений;

-закон распределения нормальных напряжений в поперечном сечении бруса;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю. Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Как нужно нагрузить прямой брус, чтобы он работал только на растяжение (сжатие)?
2. Что такое продольная и поперечная деформация бруса при растяжении (сжатии) и какова зависимость между ними?
3. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл модуля продольной упругости  $E$ ?
4. Сформулируйте и запишите в математической форме условие прочности при растяжении (сжатии).
5. Приведите задачи решаемые с помощью условия прочности.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №6  
по дисциплине «Техническая механика»**

**Решение задач на определение прочности при растяжении и сжатии**

Специальность : 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»

Тема. Растяжение и сжатие.

Время на выполнение работы - 2 часа

Цель выполнения работы: Отработка практических навыков решения задач.

Формируемые компетенции ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

Место проведения: кабинет технической механики.

При выполнении работы использовать литературу:

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

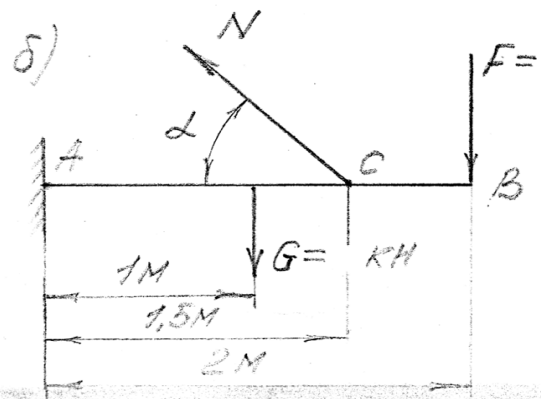
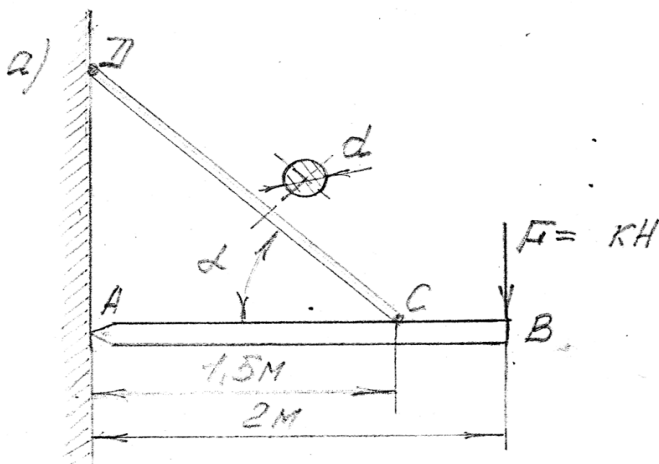
Указания по выбору задания.

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

Содержание работы, порядок её выполнения.

Задание № 1

Однородная жёсткая плита АВ силой тяжести ( $G = kH$ ) нагружена силой  $F = kH$ . Определить из условия прочности диаметр стержня CD удерживающего плиту в горизонтальном положении;  $a - 0$ , допустимое напряжение  $[\sigma] = 160 \frac{H}{мм^2}$ .



**Решение**

1. Применяя метод сечений, рассечём стержень CD. Отбросив верхнюю его

часть вместе с шарниром D, заменим их действие на оставшуюся часть нормальной силой N (рис. 1,6). Сила тяжести плиты приложена посередине её длины.

2. Для определения силы N составим уравнение моментов относительно точки A всех сил, действующих на плиту:

$$\sum T_{A(Fi)} = 0 \quad G \cdot AE - N \cdot AC \cdot \sin \alpha + F \cdot AB = 0. \quad \text{Отсюда}$$

$$N = \frac{G \cdot AE + F \cdot AB}{AC \cdot \sin \alpha} = \dots = \dots \quad \text{кН}$$

3. Площадь поперечного стержня, обеспечивающую его прочность, найдем из условия прочности на растяжение

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]. \quad A \geq \frac{N}{[\sigma]} = \frac{\dots \cdot 10^3}{160} = \dots$$

4. Из формулы площадь круга  $A = \frac{\pi d^2}{4}$  находим диаметр стержня:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \dots}{3,14}} = \dots$$

В соответствии со стандартным рядом диаметров, принимаем значение диаметра  $d = \dots$  мм.  $\ell = \dots$  м.

### Задание № 2

Определить разрушающую, допускаемую нагрузки, абсолютное и относительное удлинение при допускаемой нагрузке для стального стержня диаметром  $d = \dots$  мм, если его первоначальная длина  $\ell = \dots$  м. Предел прочности материала стержня  $\sigma_B = 400$  МПа. Допускаемый коэффициент запаса прочности  $[S] = 2,5$ . Модуль упругости материала  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

Порядок выполнения работы:

1. Определить допускаемое напряжение стального стержня

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{[S]} = \frac{400}{2,5} = 160 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

2. Вычисляем площадь поперечного сечения стержня

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \dots = \dots \text{ мм}^2$$

3. Разрушающая нагрузка, равна продольной  $F_B = N_B = A \cdot \sigma_B = \dots$  Н силе,

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma] \quad [F] = [N] = [\sigma] \cdot A = \dots \quad \text{4. Допускаемая нагрузка из условия прочности на растяжение}$$

5. Абсолютное удлинение стержня при действии допускаемой нагрузки.

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A} = \dots = \text{мм}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \dots$$

б. Относительное удлинение стержня.

Основные требования техники безопасности на рабочем месте:

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотрено планом выполнения работы запрещается. Приобретённые студентами умения и знания при выполнении работы.

Студент должен:

Уметь - проводить расчеты на прочность и жесткость статически определимых брусков при растяжении и сжатии;

Знать: - закон Гука;

- зависимости и формы для расчета напряжений и перемещений;

- порядок расчетов на растяжение и сжатие;

- условие прочности.

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

Контрольные вопросы:

1. Как нужно погрузить прямой "брус, чтобы он работал только на растяжение (сжатие).
2. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл модуля продольной упругости  $E$ ?
3. Сформулируйте условие прочности и как записывается в математической форме это условие при расчетах на растяжение (сжатие).
4. Сколько различных видов расчета можно производить из условия прочности.
5. Что такое требуемый коэффициент запаса прочности и каковы приняты его значения, исходя из свойств материала.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №7  
по дисциплине «Техническая механика»**

Построение эпюр крутящих моментов и определение диаметра  
вала из условия прочности и жесткости при кручении

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Кручение.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* Отработка практических навыков построения эпюр крутящих моментов и определения диаметра вала из условия прочности и жесткости. *Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М,2018.

*Указания по выбору задания:* 1.Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Номер схемы выбирается в соответствии с вариантом. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

**Индивидуальные задания**

Вариант задания	Номер схемы	$P_1, \text{кВт}$	$P_3, \text{кВт}$	$P_4, \text{кВт}$	$\omega$ рад/с	
1	1	35	20	15	20	
2		40	25	20	25	
3		40	15	25	30	
4		75	40	15	20	
5	2	15	10	35	16	
6		75	80	25	40	
7		55	65	25	20	
8		45	50	35	23	
9	3	50	40	30	28	
10		70	60	40	25	
11		55	40	18	32	
12		65	55	35	35	
13	4	40	40	30	16	
14		50	60	25	18	
15		40	40	20	20	
16		30	55	40	30	
17	5	55	85	20	25	
18		80	50	35	26	



19		95	45	20	18	
20		18	35	40	10	
21	6	16	30	45	12	
22		20	35	30	25	
23		60	90	40	45	
24		35	50	80	40	
25	7	16	30	35	16	
26		32	50	42	40	
27		24	38	55	18	
28		30	35	70	25	
29	8	30	80	45	15	
30		35	30	20	26	
31		50	45	35	20	
32		25	60	42	10	
33	9	42	70	36	15	
34		50	35	40	22	
35		34	30	25	30	
36		40	50	36	25	
37		20	50	30	18	
38		18	55	20	24	
39		16	20	24	16	
40		24	26	32	30	

*Содержание работы, порядок её выполнения.*

Задание.

Для стального вала круглого поперечного сечения постоянного подлине требуется:

1. Определить значения моментов  $T_1, T_2, T_3, T_4$ ;
2. Построить эпюру крутящих моментов;
3. Определить требуемый диаметр вала из расчётов на прочность и жесткость, если  $[\tau_k]=30\text{МПа}$ ;  $[\varphi_0]=0,02\text{ рад/м}$ ;  $P_1= \quad \text{кВт}$ ;

$$P_3= \quad \text{кВт}; P_4= \quad \text{кВт}; \omega= \quad \text{рад/с}; G=8 \cdot 10^4 \text{МПа}$$

Окончательное значение диаметра округлить до ближайшего четного (или оканчивающегося на пять) числа.

Последовательность решения задачи

1. Определить внешне скручивающие моменты по формуле  $T=\frac{P}{\omega}$ , где  $P$  – мощность кВт,  $\omega$  – угловая скорость рад/с.

2. Определить уравновешивающий момент, используя уравнение равновесия  $\Sigma T=0$ , так как при равномерном вращении вала алгебраическая сумма приложенных к нему внешних скручивающих (вращающих) моментов равна нулю.

3. Пользуясь методом сечений, построить эпюру крутящих моментов подлине вала.

4. Для участка вала, в котором возникает наибольший крутящий момент, определить диаметр вала для круглого сечения из условий прочности и жесткости.

Из условия прочности:  $\tau_{\max} \leq \frac{M_{\max}}{W_p} \leq [\tau_k]$

Находим полярный момент сопротивления кручению  $W_p = \frac{M_{\max}}{\tau_k}$

круглого сечения  $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$ , откуда определяется необходимый по прочности диаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16W_p}{\pi}} \quad \text{принимаем } d = \quad \text{мм.}$$

Из условия жесткости:  $\varphi_{\max} = \frac{M_{\max}}{G \cdot J_p} \leq [\varphi_0]$

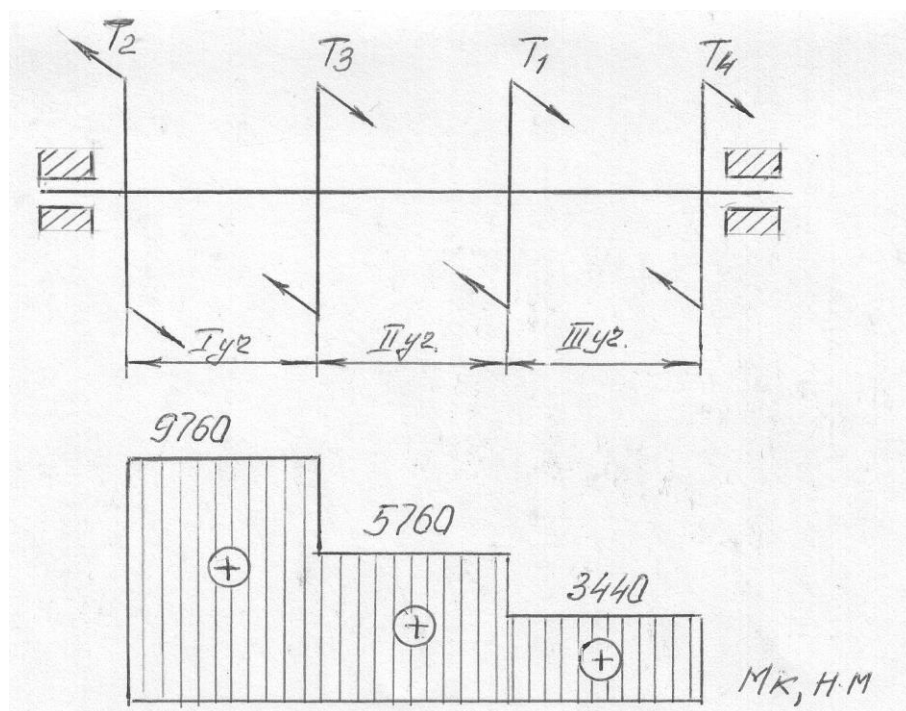
Находим полярный момент инерции сечения

$J_p = \frac{M_{\max}}{G[\varphi_0]}$ . Учитывая, что для круглого сечения  $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$ , откуда определяется необходимый по жесткости диаметр поперечного сечения вала:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32J_p}{\pi}} \quad \text{принимаем } d = \quad \text{мм.}$$

Из двух полученных диаметров вала выбрать наибольший.

*Пример.* Определить диаметр вала согласно условия задания, если  $P_1=58$  кВт,  $P_3=100$  кВт,  $P_4=86$  кВт,  $\omega=25$  рад/с



Решение.

1. Определяем величины внешних скручивающих моментов  $T_1$ ,  $T_3$  и  $T_4$

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega} = \frac{58 \cdot 10^3}{25} = 2320 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega} = \frac{100 \cdot 10^3}{25} = 4000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_4 = \frac{P_4}{\omega} = \frac{86 \cdot 10^3}{25} = 3440 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2. Определяем уравновешивающий момент  $T_2$ ;

$$\Sigma T = 0; \quad T_2 - T_3 - T_1 - T_4 = 0;$$

$$T_2 = T_3 + T_1 + T_4 = 4000 + 2320 + 3440 = 9760 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. Разбиваем вал на участки. Границами участков являются сечения, где приложены скручивающие моменты. Таким образом, имеем три участка нагружения. Вычисляем значения крутящих моментов на каждом участке.

На I участке  $M_{кI} = T_2 = 9760 \text{ Н} \cdot \text{м}$

На II участке  $M_{кII} = T_2 - T_3 = 9760 - 4000 = 5760 \text{ Н} \cdot \text{м}$

На III участке  $M_{кIII} = T_2 - T_3 - T_1 = 9760 - 4000 - 2320 = 3440 \text{ Н} \cdot \text{м}$

По вычисленным значениям строим эпюру.

4. Максимальный крутящий момент возникает на I участке, он равен

$$M_{кmax} = 9760 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем диаметр вала из условия прочности  $\tau_k = \frac{M_{кmax}}{W_p} \leq [\tau_k]$

Находим требуемый полярный момент сопротивления

$$W_p = \frac{M_{кmax}}{[\tau_k]} = \frac{9760 \cdot 10^3}{30} = 325,33 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Из формулы  $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$  находим диаметр вала.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p^2}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 325,33 \cdot 10^3}{3,14}} = 118,35 \text{ мм. Принимаем } d = 120 \text{ мм.}$$

Определяем диаметр вала из условия жесткости  $\varphi_0 = \frac{M_{кmax}}{G \cdot J_p} \leq [\varphi_0]$ . Находим

требуемый полярный момент инерции сечения вала

$$J_p = \frac{M_{кmax}}{G \cdot [\varphi_0]} = \frac{9760 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^4 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}} = 610 \cdot 10^4 \text{ мм}^4.$$

$$\text{Из формулы } J_p = \frac{\pi d^4}{32} \text{ находим диаметр вала } d = \sqrt[4]{\frac{32 J_p}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 610 \cdot 10^4}{32}} = 88,79 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d = 90 \text{ мм}$ .

Требуемый размер сечения получился больше из расчета на прочность,

поэтому его принимаем как окончательный:  $d=120\text{мм}$ .

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретаемые студентами знания и умения при выполнении работы:*

*Студент должен уметь:*

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты круглого бруса для статически определяемых систем;
- проводить проверку на жесткость;
- строить эпюры крутящих моментов.

*Знать:*

- определение внутренних силовых факторов при кручении.

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Как нужно нагрузить брус, чтобы он работал только на кручение?
2. Почему выгоднее применять валы кольцевого, а не сплошного поперечного сечения?
3. Как определяется при кручении наибольшее напряжения?
4. Из условия прочности на кручение приведите задачу определения допускаемой нагрузки?
5. Что такое полярный момент инерции поперечного сечения?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
по выполнению практической работы № 8  
по дисциплине «Техническая механика»**

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам и определение размеров поперечных сечений балок при изгибе

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства.

*Тема:* Изгиб.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель занятия:* приобретение практических навыков построения эпюр и подбора балок. *Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

*Указания по выбору задания:*

1. Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Номер схемы выбирается в соответствии с вариантом. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок её выполнения:*

*Задание.*

Для стальной балки, жестко защемленной одним концом и нагруженной, как показано на рис.1 (схемы 1-10), построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать из условия прочности необходимый размер двутавра, приняв  $[\sigma]=160\text{Мпа}$ . Данные своего варианта взять из таблицы 1.

*Порядок выполнения работы:*

1. Балку разделить на участки по характерным точкам.
2. Определить вид эпюры поперечных сил на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить поперечные силы в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил.
3. Определить вид эпюры изгибающихся моментов на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить изгибающиеся моменты в характерных сечениях и построить эпюру изгибающихся моментов.
4. Для подбора сечения из условия прочности определить  $W_x$  в опасном сечении т.е. в сечении, где изгибающийся момент имеет наибольшее по модулю значение.

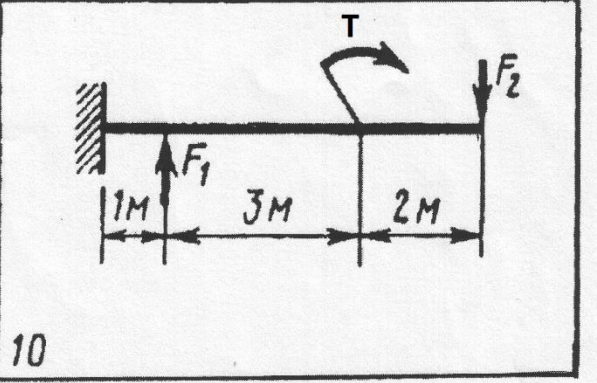
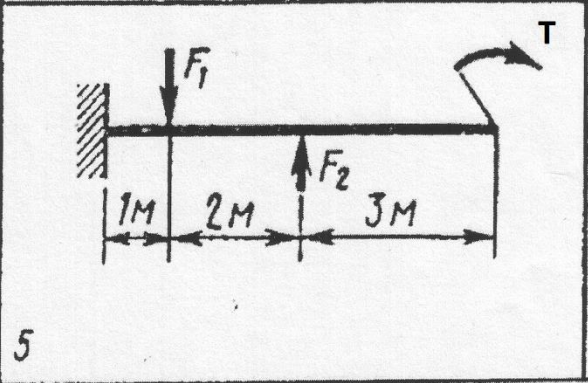
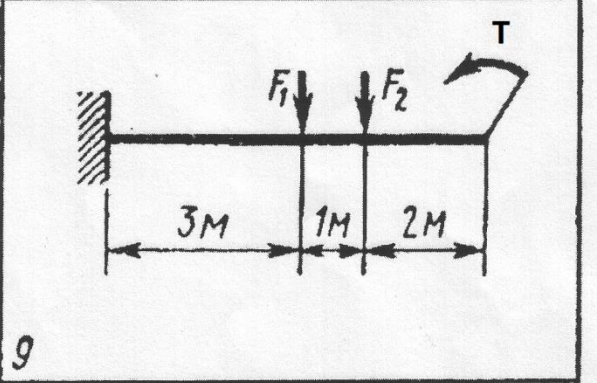
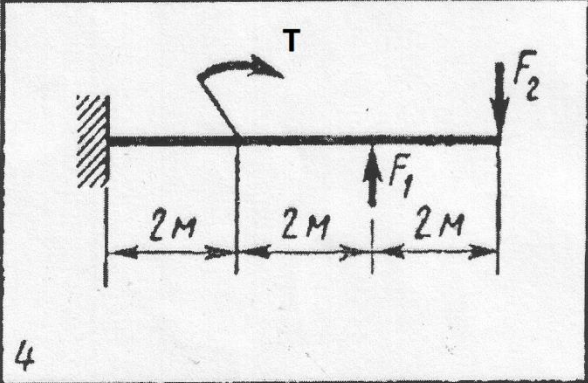
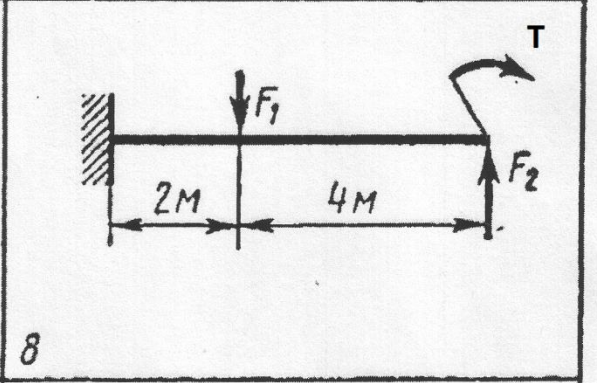
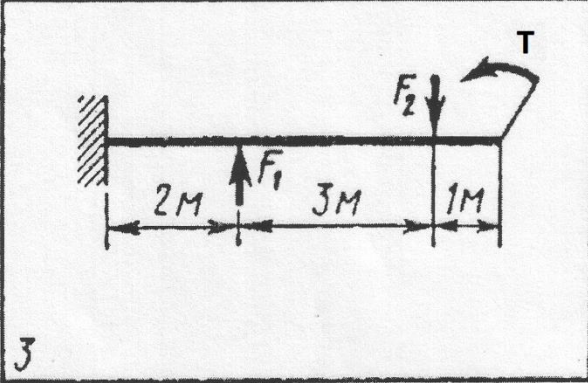
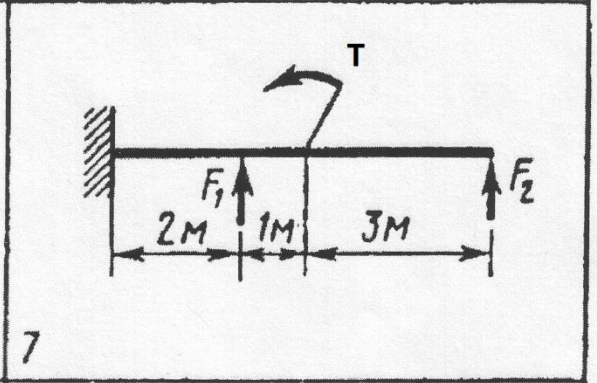
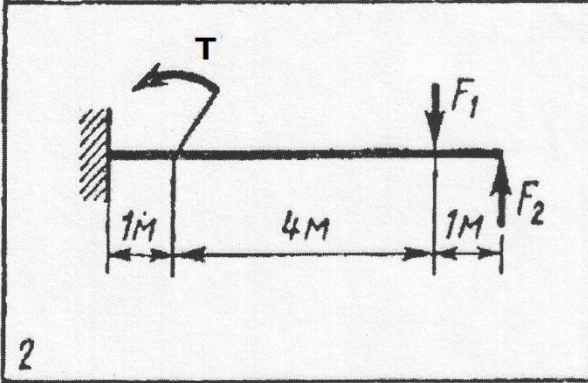
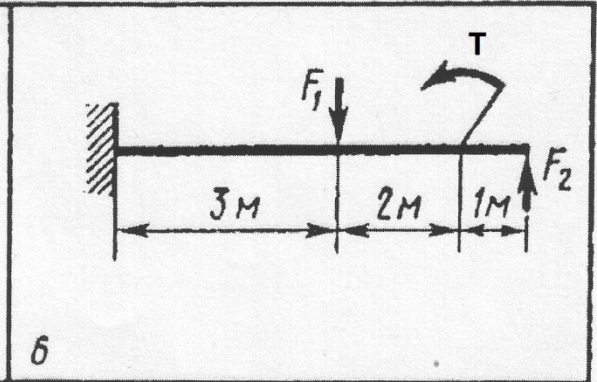
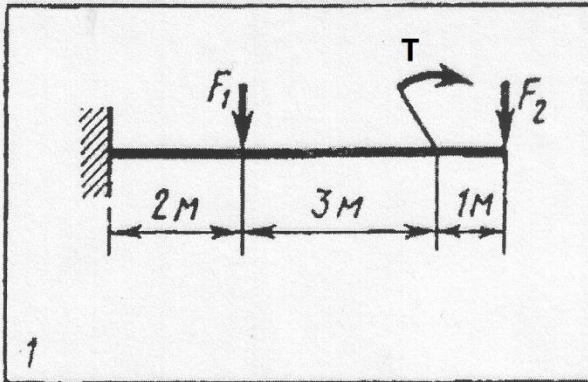


Таблица 1

№схемы на рис.1	вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	T	№схемы на рис.1	вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	T
		кН	кН	кН·м			кН	кН	кН·м
1.	00	20	10	10	2.	01	10	40	10
	13	30	20	20		15	30	30	20
	27	40	10	20		26	40	30	20
	33	50	10	20		32	40	30	30
3	02	20	10	10	4.	03	20	10	10
	14	30	10	10		17	30	10	10
	29	10	10	10		28	40	10	20
	35	10	10	20		34	50	10	20
5.	05	10	10	10	6.	04	30	10	10
	16	10	10	20		19	40	10	10
	21	20	10	20		20	50	10	10
	37	30	10	20		36	50	10	20
7.	07	10	10	10	8.	06	10	10	10
	18	20	10	10		11	20	10	10
	23	20	10	20		22	20	20	20
	38	30	10	20		30	30	20	20
9	09	20	10	10	10.	08	10	10	10
	10	30	10	10		12	20	10	10
	25	30	10	20		24	30	10	10
	31	40	10	20		39	30	10	20

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретенные студентами умения и знания при выполнении работы.*

*Студент должен:*

*уметь:*

- строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов;
- выполнять проектировочные и проверочные расчеты на прочность;
- выбирать рациональные формы поперечных сечений.

*знать:*

-порядок построения и контроля эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;

-условие прочности и жесткости;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Что называется деформацией изгиба?
2. Как необходимо нагрузить брус, чтобы получить прямой поперечный изгиб и прямой чистый?
3. Какому закону подчинено распределение напряжений в поперечном сечении бруса при чистом изгибе, её вид?
4. Какие виды расчетов можно производить из условия прочности при изгибе?
5. Почему в машиностроении редко применяют металлические балки прямоугольного сечения, а весьма широко прокатные профили?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.



**Инструкционно - технологическая карта  
по выполнению лабораторно-практической работы № 9  
по дисциплине «Техническая механика»**

Определение модуля сдвига при испытании на кручение

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства.

*Тема:* Кручение

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* установить зависимость крутящего момента и угла поворота сечений при кручении и определить модуль сдвига.

*Формируемые компетенции* ОК1-ОК9, ПК1.1-ПК1.3, ПК2.1-ПК2.3, ПК3.1ПК.3.4, ПК4.1-ПК4.4

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*Оборудование:* установка для испытаний, штангенциркуль, линейка, инструкционная карта.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М, 2018.

*Указания по выполнению работы:* Работа выполняется студентами под руководством преподавателя.

*Теоретическое обоснование.*

*В пределах упругих деформаций угол закручивания стержня связан с крутящим моментом линейной зависимостью  $\varphi = \frac{M_k \cdot \ell}{J_p \cdot G}$  (1)*

*где:*  $M$ - крутящий момент;

$\ell$ - расстояние между сечениями, угол поворота которых определяется;

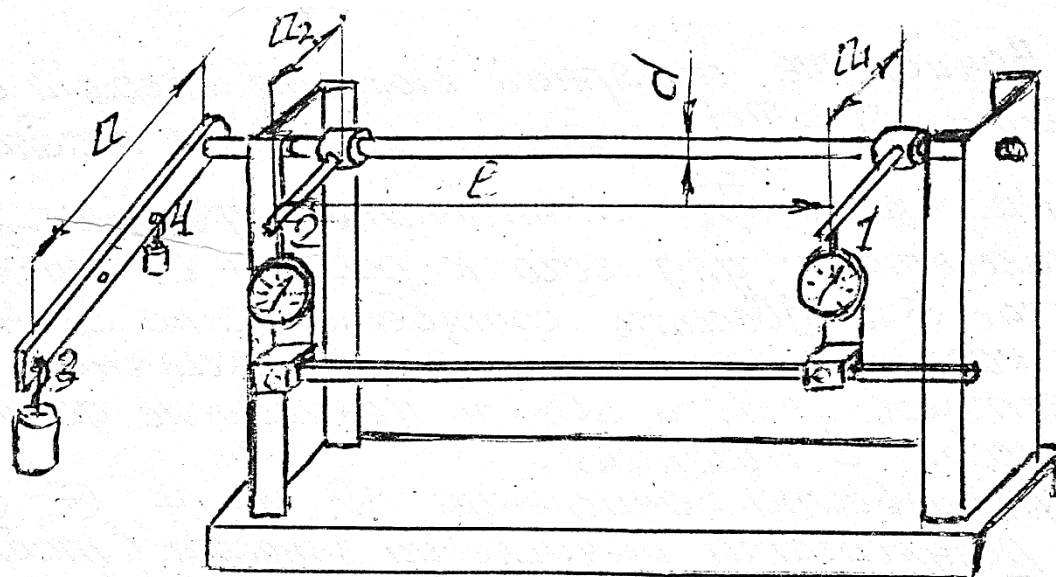
$J_p$  – полярный момент инерции сечения бруса;

$G$  – модуль сдвига материала стержня.

*Если сначала найти  $\varphi$ ,  $M_k$ ,  $\ell$  и  $J_p$ , то модуль сдвига  $G$  для материала стержня можно найти по формуле  $G = \frac{M_k \cdot \ell}{J_p \cdot \varphi}$  (2)*

*Чтобы установить зависимость угла закручивания от крутящего момента, нагружение образца производить несколькими ступенями, причем увеличивать крутящий момент надо на одну и ту же величину.*

Схема установки



Порядок выполнения работы:

1. Вычертить таблицу для занесения данных измерений и вычислений.

$d$ , мм	$J_p$ , мм <sup>4</sup>	$l$ , мм	$a$ , мм	$a_1$ , мм	$a_2$ , мм

№ п/п	$F=mg$ , н	$M_k=Fa$ , н·м	Показания индикатора, мм		$\varphi_1 = \frac{\Delta a_1}{a_1}$	$\varphi_2 = \frac{\Delta a_2}{a_2}$	$\Phi = \varphi_2 - \varphi_1$	$G$ , МПа	$G_{cp} = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}{4}$	$\delta = \frac{8 \cdot 10^4 - G_{cp}}{8 \cdot 10^4} \cdot 100$ %
			$\Delta a_1$	$\Delta a_2$						
1										
2										
3										
4										

2. Подготовить установку для испытаний. Для этого необходимо: 1.

Установить хомуты с рычагами  $a_1$  и  $a_2$  на возможно большее расстояние  $l \approx 900 \dots 1000$  мм; 2. Закрепить рычаг  $a$ . (Все рычаги должны занимать положение близкое к горизонтальному); 3. Замерить  $d$ ,  $l$ ,  $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ , и данные занести в таблицу; 4. В отверстие 4 рычага  $a$  подвесить компенсирующий груз в 1 кг и убедиться в отсутствии зазоров между рычагами  $a_1$  и  $a_2$  и головками индикаторов; 5. Установить шкалы индикаторов на «0».

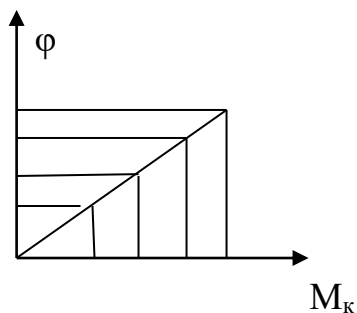
3. Вычислить полярный момент инерции сечения бруса  $J_p = \frac{\square \square^4}{32}$  и данные занести в таблицу.

4. Нагрузить брус ступенчато скручивающими моментами, для чего к

рычагу, а через отверстие 3 подвесить соответственно 2кг, 4кг, 6кг, 8кг и каждый раз отметить показания индикаторов  $\Delta a_1$  и  $\Delta a_2$  и полученные данные занести в таблицу.

5. Произвести вычисления  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi$ ,  $G$ ,  $G_{cp}$  и  $\delta$  и результаты вычислений занести в таблицу.

6. По данным  $\varphi$  и  $M_k$  построить график зависимости угла поворота от крутящего момента и сделать вывод



*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается. Запрещается к рычагу установки подвешивать грузы превышающие указанные величины.

*Приобретаемые студентами навыки и умения при выполнении работы:*

*Студент должен:*

*Иметь представление:* о деформациях при кручении; о внутренних силовых факторах и напряжениях в сечении;

*Знать:* формулы для расчета напряжений в точке поперечного сечения; закон Гука при сдвиге; условие прочности и жесткости;

*Уметь:* проводить испытание для определения модуля сдвига.

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы.*

1. Какую роль выполняет компенсирующий груз?
2. Что характеризует модель сдвига  $G$ .
3. Какой силовой фактор возникает при кручении?
4. Что означает выражение  $G \cdot J_p$ ?
5. Как распределяются касательные напряжения по сечению вала?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы № 10  
по дисциплине «Техническая Механика»**

Проверочный расчёт на устойчивость. Определение допустимой нагрузки

Специальность: 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»

Тема: Устойчивость сжатых стержней.

Время на выполнение работы 2 часа

Цель: Отработка практических навыков решения задач.

Формируемые компетенции ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

Место проведения: Кабинет Тех.механики.

При выполнении работы использовать литературу:

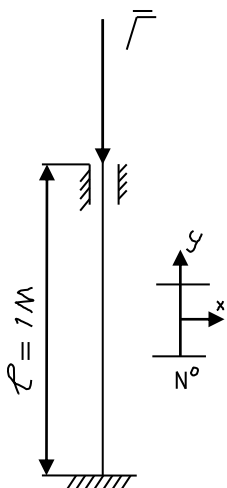
1. В.П. Олофинская Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие. – М.: Форум: Инфра – М,2018.

Указания по выбору задания.

Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям.

Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

**Содержание работы, порядок её выполнения.**



**Задание № 1.**

Для сжатой стойки двутаврового сечения найти допустимые значения сжимающей силы, если требуемый запас устойчивости  $[S_y=2,5]$ , стойка выполнена из стали 20. Модуль упругости  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

Порядок выполнения работы:

$$\lambda = \frac{ue}{i_{min}}$$

Где коэффициент приведения длины для данной схемы крепления  $u = 0,5$ . Минимальный радиус инерции двутавра  $N$  найдём из таблицы ГОСТ 8239-89  $i_{min=l_y} = 2 \text{ см} = \quad \text{мм}$

Подставим числовое значение:

$$\lambda = \frac{ue}{i_{min}} = \frac{0.5 *}{\quad} =$$

Для этой стали  $\lambda_{пред.} = 95$ , значит гибкость стержня  $\lambda$  превышает предельную гибкость материала, поэтому воспользуемся формулой Эйлера

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 E * J_{min}}{(u * e)^2}$$

Где  $J_{min} = J_y = 115 \text{ см}^4 = \text{мм}^4$  (табл.ГОСТ 8239-89), тогда  $F_{кр} =$

\_\_\_\_\_

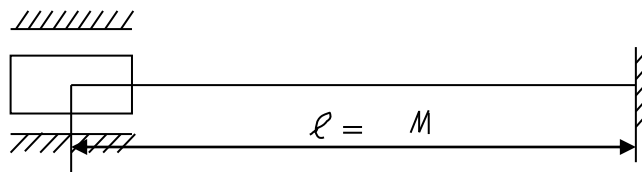
Допускаемая нагрузка на стойку

$$[F] = \frac{F_{кр}}{(S_y)} = \text{_____}$$

Задание № 2.

Рассчитать гибкость стержня. Круглый стержень диаметром  $d = 10 \text{ мм}$  и длиной  $e = 1 \text{ мм}$

Закреплён так, как показано на рисунке.



Порядок выполнения

1. Гибкость стержня определяется по формуле

$$\lambda = \frac{ue}{i_{min}},$$

2. Определяем минимальный радиус инерции для круга.

$$i_{min} = \sqrt{\frac{J_{min}}{A}}$$

Подставив выражение для  $J_{min}$  и  $A$  (сечение круг)

$$J_{min} = \frac{\pi d^4}{64} \quad A = \frac{\pi d^2}{4},$$

Получим

$$i_{min} = \sqrt{\frac{\pi d^4}{64} * \frac{4}{\pi d^2}} = \frac{d}{4} =$$

3. Коэффициент приведения длины для данной схемы крепления  $u = 0,5$

4. Гибкость стержня будет равна

$$\lambda = \frac{u * e}{imin} =$$

Основные требования техники безопасности на рабочем месте:

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотрено планом выполнения работы запрещается.

Студент должен:

Уметь – рассчитывать работу с учётом потерь на трение.

Знать:

-Зависимости для определения силы трения;

-Формулы для расчёта работы;

-Уравнения вращательного движения.

Задание для отчёта:

Задание рассчитано на одно занятие. В течении этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчёта и зачтена преподавателем после собеседования.

Контрольные вопросы:

1. Что называется критической силой?
2. Что такое гибкость стержня и от чего она зависит?
3. Что такое предельная гибкость и зависит ли эта величина от размеров стержня?
4. Приведите формулу Ф.С. Ясинского, дайте пояснение входящим величинам.
5. Приведите виды расчётов на устойчивость.

Разработал \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №11  
по дисциплине «Техническая механика»**

Кинематический и силовой расчет многоступенчатой передачи

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Общие сведения о передачах.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* приобрести практические навыки в определении кинематических и силовых соотношений в механических передачах.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

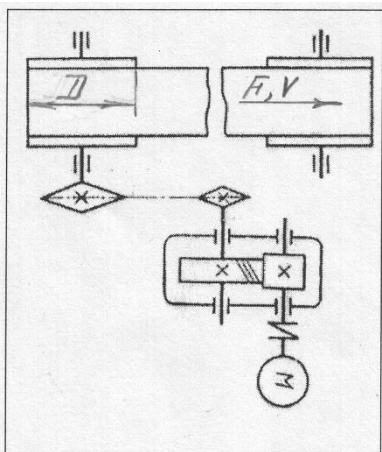
1. В.П. Олофинская Детали машин. Краткий курс и тестовые задания. -М.: Форум,2018

*Указания по выбору задания:* Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок её выполнения.*

**Задание.**

Определить кинематические и силовые соотношения в многоступенчатой передаче, если сила тяги ленты  $F=$  кН, скорость ленты  $v=$  м/с, диаметр барабана транспортера  $D=$  мм, частота вращения вала электродвигателя  $n=$  об/мин.



**Порядок выполнения работы:**

1. Общий к.п.д. привода

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_n^3$$

где  $\eta_m$ - к.п.д. муфты, согласно табл.1 принимаем  $\eta_m=$

$\eta_p$ - к.п.д. редуктора, согласно табл.1 принимаем  $\eta_p=$

$\eta_{ц}$  – к.п.д. цепной передачи, согласно табл.1 принимаем  $\eta_{ц} =$   
 $\eta_{п}$  – к.п.д. одной пары подшипников качения, согласно табл.1 принимаем  $\eta_{п} =$

Таблица 1

Вид передачи	Значения к.п.д.
Цилиндрическая зубчатая закрытая	0,96-0,98
Цепная открытая	0,92-0,95
Муфта	0,98
Одна пара подшипников качения	0,99

Таким образом общий к.п.д. привода  $\eta =$

2. Мощность на валу барабана конвейера  $P_{\delta} = F \cdot v =$  кВт

3. Требуемая мощность электродвигателя  $P_{тр} = \frac{P_{\delta}}{\eta} =$  кВт

4. Выбираем электродвигатель.

Принимаем асинхронный трехфазный короткозамкнутый закрытый обду-  
 ваемый двигатель типа \_\_\_\_\_ с номинальной мощностью  $P_{эл} =$   
 кВт и асинхронной частотой  $n_{эл} =$  об/мин.

5. Мощность на валах привода:

на валу барабана  $P_{б} =$  кВт

на выходном валу редуктора

$$P_2 = \frac{P_{б}}{\eta_{п} \eta_{ц}} = \text{---} \text{ кВт}$$

на ведущем валу редуктора

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{п}^2 \eta_{п}} = \text{---} = \text{---} \text{ кВт}$$

6. Угловая скорость вала барабана

$$\omega_{б} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 10^3}{\square} = \text{---} = \text{---} \text{ 1/с}$$

7. Угловая скорость вала электродвигателя

$$\omega_{э} = \frac{\square \square_{э}}{30} = \text{---} = \text{---} \text{ 1/с}$$

8. Передаточное отношение привода

$$U = \frac{\square_{эл}}{\square_{б}} = \text{---}$$

9. Передаточное отношение ступеней привода.

Передаточное отношение для редуктора выбираем из ряда стандартных значений: для цилиндрических: 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3;

Принимаем  $U_p =$

Передаточное отношение цепной передачи

$$U_{ц} = \frac{\square}{\square_p} =$$

Примечание. Значение  $U_p$  следует выбрать так, чтобы  $U_{ц}$  было в следую-  
 щих пределах



Для цепных передач  $U_{ц}=2\div 6$ .

10. Угловые скорости:

ведущего вала редуктора  $\omega_л=\omega_з= 1/с$ ;

ведомого вала редуктора

$$\omega_2 \frac{z_1}{z_2} =$$

11. Вращающие моменты на валах привода:

На ведущем валу редуктора

$$T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\eta_1} = \text{н.м};$$

На ведомом валу редуктора

$$T_2 = \frac{P_2 \cdot 10^3}{\eta_2} = \text{н.м};$$

На валу барабана конвеера

$$T_б = \frac{P_б}{\eta_б} = \text{н.м.}$$

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Приобретаемые студентами умения и знания при выполнении работы.*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-выбирать тип механической передачи для преобразования одного вида в другой;

-производить кинематические и силовые расчеты многоступенчатого привода, оперируя понятиями передаточное отношение «КПД».

*Знать:*

-кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах;

-формулы для определения передаточного соотношения и коэффициента полезного действия многоступенчатой передачи;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Чем отличается машина – орудие от машины – двигателя?
2. Перечислить функции, какие могут выполнять механические передачи.
3. Какую передачу называют повышающей, понижающей?
4. Как вычисляют передаточное отношение многоступенчатой передачи?
5. Как влияет угловая скорость на величину вращающего момента при постоянной мощности?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

### Индивидуальные задания

№ варианта	Сила тяги ленты, F,кН	Скорость ленты. v, м/с	Диаметр барабана транспортера D, мм	Частота вращения электродвигателя n, об/мин.
01	0,76	2,28	440	1500
02	2,48	0,76	380	1500
03	1,33	1,47	285	1500
04	2,15	1,18	340	1500
05	3,24	0,56	280	1500
06	1,38	1,97	385	1500
07	1,58	0,83	240	1500
08	2,78	1,68	480	1500
09	1,54	2,44	485	1500
10	3,54	0,96	470	1500
11	5,58	0,86	410	1500
12	3,75	1,37	265	1500
13	2,07	1,33	380	1500
14	4,31	0,29	220	1500
15	3,05	1,91	365	1500
16	3,82	0,97	280	1500
17	0,84	1,51	465	1500
18	8,67	0,54	220	1500
19	2,58	0,74	215	1500
20	2,51	1,08	315	1500
21	4,45	1,12	320	1500
22	2,59	1,41	415	1500
23	3,32	1,09	420	1500
24	2,73	1,71	495	1500
25	2,44	1,33	470	1500
26	1,72	0,88	485	1500
27	1,08	1,69	280	1500
28	1,1	2,28	380	1500
29	0,98	2,06	445	1500
30	3,18	1,51	500	1500
31	1,33	1,97	375	1500
32	1,49	1,02	230	1500
33	2,87	1,22	400	1500
34	2,78	0,73	405	1500
35	1,15	2,18	380	1500
36	1,50	2,16	360	1500
37	1,74	1,57	345	1500
38	3,36	1,23	300	1500
39	1,55	2,20	275	1500
40	2,13	0,95	260	1500

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №12  
по дисциплине «Техническая механика»**

Кинематический и геометрический расчет зубчатых передач

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Зубчатые передачи.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* приобрести практические навыки по нахождению основных геометрических, кинематических и силовых соотношений в прямозубой цилиндрической передаче .

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Детали машин. Краткий курс и тестовые задания. -М.: Форум,2018.

*Указания по выбору задания:* Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок её выполнения.*

**Задание.**

Найти основные геометрические, кинематические и силовые соотношения в прямозубой цилиндрической передачи у которой мощность на валу шестерни  $P_1=$  кВт, угловая скорость вала шестерни  $\omega_1=$  1/с, модуль зацепления  $m=$  мм, передаточное отношение  $U=$  , число зубьев шестерни  $Z_1=$  , колеса  $Z_2=$  .

**Порядок выполнения работы:**

1. Геометрические соотношения.

1.1 Число зубьев шестерни  $Z_1=\frac{Z_2}{U}=$

колеса  $Z_2=Z_1 \cdot U$

1.2 Размеры зубьев

высота головки  $h_\alpha=m=$  мм,

высота ножки  $h_f=1,25m$  мм,

высота зуба  $h= h_\alpha + h_f=2,25m=$  мм.

1.3 Длительные диаметры

шестерни  $d_1=m \cdot Z_1=$  мм,

колеса  $d_2=m \cdot Z_2=$  мм.

1.4 Межосевое расстояние

$$\alpha_w = \frac{z_1 + z_2}{2} = \frac{z_1 + z_2}{2} \quad \text{мм}$$

### 1.5 Диаметры окружностей вершин зубьев

шестерни  $d_{a1} = d_1 + 2h_\alpha = m(Z_1 + 2) = \quad \text{мм}$

колеса  $d_{a2} = d_2 + 2h_\alpha = m(Z_2 + 2) = \quad \text{мм}$

### 1.6 Диаметры окружностей впадин зубьев

шестерни  $d_{f1} = d_1 - 2h_f = m(Z_1 - 2,5) = \quad \text{мм}$

колеса  $d_{f2} = d_2 - 2h_f = m(Z_2 - 2,5) = \quad \text{мм}$

### 1.7 ширина зубчатого венца

колеса  $b_2 = \psi_\alpha \cdot \alpha_w = 0,5 \cdot \quad = \quad \text{мм}$

шестерни  $b_1 = b_2 + (4 \dots 5) = \quad \text{мм},$

где  $\psi_{ba}$  - коэффициент ширины зубчатого венца по межосевому расстоянию. Для прямозубых цилиндрических колес и симметричным расположением шестерни относительно опор  $\psi_\alpha = 0,5$ .

## 2. Кинематические соотношения.

### 2.1 Передаточное отношение

$$U = \frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (\text{по условию})$$

### 2.2 Угловые скорости

вала шестерни  $\omega_1 = \quad 1/\text{с}$  (по условию)

вала колеса  $\omega_2 = \frac{\omega_1}{U} = \quad 1/\text{с}$

### 2.3 Окружная скорость зубьев

$$V = V_1 = V_2 = \omega_1 \cdot \frac{d_1}{2 \cdot 10^3} = \omega_2 \cdot \frac{d_2}{2 \cdot 10^3} = \quad \text{м/с}$$

## 3. Силовые соотношения.

### 3.1 Мощности на валах

на валу шестерни  $P_1 = \quad \text{кВт}$  (по условию)

на валу колеса  $P_2 = P_1 \cdot \eta = \quad \text{кВт},$

$\eta = 0,96$  – К.П.Д. зубчатого зацепления и одной пары подшипников качения.

### 3.2 Вращающие моменты

на валу шестерни  $T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\omega_1} = \quad \text{Н} \cdot \text{м}.$

на валу колеса  $T_2 = \frac{P_2 \cdot 10^3}{\omega_2} = \quad \text{Н} \cdot \text{м}.$

### 3.3 Силы в зацеплении

окружная сила  $F_t = \frac{2T_1 10^3}{d_1} = \quad \text{Н}$

радиальная сила  $F_r = F_t \cdot \tan \alpha = F_t \cdot \tan 20^\circ = F_t \cdot 0,364 = \quad \text{Н}$ .

осевая сила  $F_a = 0$  для прямозубых цилиндрических передач.

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Перечень умений и знаний, приобретаемых студентами при выполнении работы.*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-выполнять кинематические, геометрические, силовые расчеты зубчатых передач.

*Знать:*

-основные характеристики, геометрические, кинематические и силовые соотношения цилиндрических передач.

-усилия в зацеплении;

-основы расчета на контактную прочность и изгиб;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Могут ли иметь разный модуль шестерни и колеса в одной паре зубчатых колес?

2. Можно ли применять для изготовления пары зубчатых колес разный материал?

3. Что такое шаг зацепления и как он связан с модулем зацепления?

4. Перечислите достоинства и недостатки зубчатых передач.

5. Виды разрушения зубьев.

### Индивидуальные задания

№ варианта	$P_1$ , кВт	$\omega_1$ , рад/с	$m$	$U$	$Z_1$	$Z_2$
1	15	75	8	2,5	-	70
2	25	100	10	2	200	-
3	5	100	4	1,5	-	30
4	6,3	90	5	2,5	160	-
5	15	75	6	4	-	200
6	7,5	75	4	2	35	-
7	8	80	5	2,5	-	60
8	4,2	60	4	2,5	200	-
9	18	90	5	2	45	-
10	12	60	8	4	-	240
11	8	80	4	3,15	100	-
12	6,4	128	2,5	4	35	-
13	8	40	5	1,6	-	160
14	4,2	84	3	4	40	-
15	5,5	100	3,5	5	-	200
16	7,2	80	5	4	-	75
17	7	35	6	2,5	200	-
18	6,4	128	2,5	4	35	-
19	3,5	70	3	1,5	-	125
20	7,2	80	5	4	-	40
21	6	60	4	2,5	200	-
22	7,2	36	5	2,5	32	-
23	10	50	8	2	-	240
24	10	85	7	3	-	50
25	12	90	9	4	150	-
26	10	100	5	2	-	100
27	4,4	110	4	2,5	55	-
28	3,6	90	3	4	50	-
29	6	100	3,5	2	-	120
30	7,4	36	4	2,5	28	-
31	5	100	2,5	4	-	280
32	4,5	50	6	2,5	36	-
33	5	75	4	3,15	-	126
34	7,0	40	2	6,3	20	-
35	6,8	45	2,5	5	-	100
36	6,6	60	3	4	22	-
37	5,6	65	4	3,15	-	80
38	4	68	5	2,5	24	-
39	5,5	70	6	2	-	40
40	4,5	50	8	5,6	26	-

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №13  
по дисциплине «Техническая механика»**

Расчёт зубчатых передач на контактную прочность и изгиб

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:* Зубчатые передачи.

*Время на выполнение работы* – 2 часа.

*Цель выполнения работы:* приобрести практические навыки по нахождению основных геометрических, кинематических и силовых соотношений в прямозубой цилиндрической передаче .

Освоенные компетенции: ОК1-ОК9

ПК1.1-ПК1.3, ПК2.1-ПК2.3, ПК3.1,ПК.3.4, ПК4.1-ПК4.

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Детали машин. Краткий курс и тестовые задания. -М.: Форум,2018.

*Указания по выбору задания:* Работа выполняется студентом по индивидуальным заданиям. Вариант задания определяется по номеру фамилии в списке журнала.

*Содержание работы, порядок её выполнения.*

Задание.

Найти основные геометрические, кинематические и силовые соотношения в прямозубой цилиндрической передачи у которой мощность на валу шестерни  $P_1 = \quad$  кВт, угловая скорость вала шестерни  $\omega_1 = \quad$  1/с, модуль зацепления  $m = \quad$  мм, передаточное отношение  $U = \quad$ , число зубьев шестерни  $Z_1 = \quad$ , колеса  $Z_2 = \quad$ .

Порядок выполнения работы:

4. Геометрические соотношения.

4.1 Число зубьев шестерни  $Z_1 = \frac{Z_2}{\square} =$

колеса  $Z_2 = Z_1 \cdot U$

4.2 Размеры зубьев

высота головки  $h_a = m = \quad$  мм,

высота ножки  $h_f = 1,25m \quad$  мм,

высота зуба  $h = h_a + h_f = 2,25m = \quad$  мм.

4.3 Длительные диаметры

шестерни  $d_1 = m \cdot Z_1 = \quad$  мм,

колеса  $d_2 = m \cdot Z_2 =$  мм.

#### 4.4 Межосевое расстояние

$$\alpha_w = \frac{z_1 + z_2}{2} = \frac{z_1 + z_2}{2} \quad \text{мм}$$

#### 4.5 Диаметры окружностей вершин зубьев

шестерни  $d_{a1} = d_1 + 2h_\alpha = m(Z_1 + 2) =$  мм

колеса  $d_{a2} = d_2 + 2h_\alpha = m(Z_2 + 2) =$  мм

#### 4.6 Диаметры окружностей впадин зубьев

шестерни  $d_{f1} = d_1 - 2h_f = m(Z_1 - 2,5) =$  мм

колеса  $d_{f2} = d_2 - 2h_f = m(Z_2 - 2,5) =$  мм

#### 4.7 ширина зубчатого венца

колеса  $b_2 = \psi_\alpha \cdot \alpha_w = 0,5 \cdot$  = мм

шестерни  $b_1 = b_2 + (4 \dots 5) =$  мм,

где  $\psi_{ba}$  - коэффициент ширины зубчатого венца по межосевому расстоянию. Для прямозубых цилиндрических колес и симметричным расположением шестерни относительно опор  $\psi_\alpha = 0,5$ .

### 5. Кинематические соотношения.

#### 5.1 Передаточное отношение

$$U = \frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (\text{по условию})$$

#### 5.2 Угловые скорости

вала шестерни  $\omega_1 =$  1/с (по условию)

вала колеса  $\omega_2 = \frac{\omega_1}{U} =$  1/с

#### 5.3 Окружная скорость зубьев

$$V = V_1 = V_2 = \omega_1 \cdot \frac{d_1}{2 \cdot 10^3} = \omega_2 \cdot \frac{d_2}{2 \cdot 10^3} = \quad \text{м/с}$$

### 6. Силовые соотношения.

#### 6.1 Мощности на валах

на валу шестерни  $P_1 =$  кВт (по условию)

на валу колеса  $P_2 = P_1 \cdot \eta =$  кВт,

$\eta = 0,96$  – К.П.Д. зубчатого зацепления и одной пары подшипников качения.

#### 6.2 Вращающие моменты

на валу шестерни  $T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\omega_1} =$  Н·м.

на валу колеса  $T_2 = \frac{P_2 \cdot 10^3}{\omega_2} =$  Н·м.

#### 6.3 Силы в зацеплении

окружная сила  $F_t = \frac{2T_1 \cdot 10^3}{d_1} =$  Н

радиальная сила  $F_r = F_t \cdot \tan \alpha = F_t \cdot \tan 20^\circ = F_t \cdot 0,364 =$  Н.



осевая сила  $F_{\alpha}=0$  для прямозубых цилиндрических передач.

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы, запрещается.

*Перечень умений и знаний, приобретаемых студентами при выполнении работы.*

*Студент должен:*

*Уметь:*

-выполнять кинематические, геометрические, силовые расчеты зубчатых передач.

*Знать:*

-основные характеристики, геометрические, кинематические и силовые соотношения цилиндрических передач.

-усилия в зацеплении;

-основы расчета на контактную прочность и изгиб;

*Задание для отчета:*

Задание рассчитано на одно занятие. В течение этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Могут ли иметь разный модуль шестерни и колеса в одной паре зубчатых колес?
2. Можно ли применять для изготовления пары зубчатых колес разный материал?
3. Что такое шаг зацепления и как он связан с модулем зацепления?
4. Перечислите достоинства и недостатки зубчатых передач.
5. Виды разрушения зубьев.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

### Индивидуальные задания

№ варианта	$P_1$ , кВт	$\omega_1$ , рад/с	$m$	$U$	$Z_1$	$Z_2$
1	15	75	8	2,5	-	70
2	25	100	10	2	200	-
3	5	100	4	1,5	-	30
4	6,3	90	5	2,5	160	-
5	15	75	6	4	-	200
6	7,5	75	4	2	35	-
7	8	80	5	2,5	-	60
8	4,2	60	4	2,5	200	-
9	18	90	5	2	45	-
10	12	60	8	4	-	240
11	8	80	4	3,15	100	-
12	6,4	128	2,5	4	35	-
13	8	40	5	1,6	-	160
14	4,2	84	3	4	40	-
15	5,5	100	3,5	5	-	200
16	7,2	80	5	4	-	75
17	7	35	6	2,5	200	-
18	6,4	128	2,5	4	35	-
19	3,5	70	3	1,5	-	125
20	7,2	80	5	4	-	40
21	6	60	4	2,5	200	-
22	7,2	36	5	2,5	32	-
23	10	50	8	2	-	240
24	10	85	7	3	-	50
25	12	90	9	4	150	-
26	10	100	5	2	-	100
27	4,4	110	4	2,5	55	-
28	3,6	90	3	4	50	-
29	6	100	3,5	2	-	120
30	7,4	36	4	2,5	28	-
31	5	100	2,5	4	-	280
32	4,5	50	6	2,5	36	-
33	5	75	4	3,15	-	126
34	7,0	40	2	6,3	20	-
35	6,8	45	2,5	5	-	100
36	6,6	60	3	4	22	-
37	5,6	65	4	3,15	-	80
38	4	68	5	2,5	24	-
39	5,5	70	6	2	-	40
40	4,5	50	8	5,6	26	-

**Инструкционно - технологическая карта  
на выполнение практической работы №14  
по дисциплине «Техническая механика»**

Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора

*Специальность:* 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

*Тема:*

*Время на выполнение работы – 2 часа.*

*Цель выполнения работы:* ознакомление с конструкцией редуктора и назначением его деталей; составление схемы реального зубчатого редуктора; определение основных параметров зубчатых пар редуктора путем их расчета.

*Освоенные компетенции:* ОК1-ОК9

ПК1.1-ПК1.3, ПК2.1-ПК2.3, ПК3.1, ПК.3.4, ПК4.1-ПК4.

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*Оборудование:* редуктор цилиндрический прямозубый и косозубый, плакаты, набор инструментов.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1. В.П. Олофинская Детали машин. Краткий курс и тестовые задания. -М.: Форум, 2018

*Указания к проведению лабораторно-практической работы:* Работа проводится группой студентов под руководством преподавателя.

*Последовательность выполнения работы:*

1. Произвести внешний осмотр редуктора, наметить план разборки редуктора.

2. Изучить конструкцию данного редуктора.

-Тип передачи. Число ступеней. Тип зубчатых колес, расположение валов редуктора в пространстве.

- Изучить конструкцию подшипниковых узлов. Типы подшипников, крепления колец на валу и в корпусе, уплотнения.

- Изучить конструкцию смазочных устройств. Смазка подшипников, зацеплений, контроль уровня масла и т.д.

- Определить передаточное число редуктора не разбирая его (не снимая крышки), определить передаточное число вторым способом (сняв крышку редуктора)

*Технические условия:*

При правильной сборке вал должен проворачиваться от небольшого усилия руки.

*Отчет о работе:*

1. Тип передачи. Конструкционные особенности данного редуктора?

2. Выполнить кинематическую схему данного редуктора.
3. Определить передаточное число данного редуктора?
4. Определить коэффициент полезного действия редуктора.
5. Определите мощность и угловую скорость на ведомом валу, если мощность на ведущем валу  $P_1 =$  кВт, угловая скорость  $\omega_1 =$  рад/с.
6. Определить моменты на ведущем и ведомом валах.
7. Описать тип подшипников и их обоснование для данного редуктора.

*Основные требования техники безопасности на рабочем месте:*

1. Работать только исправным инструментом.
2. При разборочно-сборочных работах ключ «Тянуть» на себя.

*Приобретаемые студентами навыки и умения при выполнении работы.*

*Студент должен уметь:*

1. Определять передаточное число редуктора.
2. Определять процент теряемости мощности в редукторе.
3. Определять на сколько изменяется момент на ведомом валу по сравнению с ведущим валом.

*Задание для отчета:* задание рассчитано на одно занятие. В течении этого времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчета и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение смотрового отверстия на крышке редуктора.
2. Для чего применяются штифты в редукторе.
3. Назовите конструктивные исполнения концевых участков валов.
4. Способы контроля за уровнем масла в редукторе.
5. Что называют приводом?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 15

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА**

Специальность: 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

Тема: Общие сведения о редукторах.

Время на выполнение работы – 2 часа.

Цель выполнения работы: Изучение конструкции червячного редуктора.

*Формируемые компетенции* ОК.1-ОК.9, ПК1.3-ПК1.6, ПК2.1-ПК-2.4, ПК3.1-ПК3.4, ПК4.1-ПК4.5

*Место проведения:* кабинет технической механики.

*При выполнении работы использовать литературу:*

1 В.П. Олофинская Детали машин. Краткий курс и тестовые задания: учеб. Пособии. – М.: Форум, 2018.

*Указание по выбору задания.*

Работа выполняется студентами под руководством преподавателя.

Оборудование и принадлежности:

- 1 Редуктор червячный;
- 2 Набор инструментов.

Ход работы

- 1 Разобрать редуктор и дать его характеристику.
- 2 Указать, из каких частей состоит червячный редуктор.
- 3 Указать достоинства и недостатки червячной передачи.
- 4 Собрать редуктор.
- 5 Сделать вывод.

Результаты работы

1 Заданный редуктор является червячным редуктором с нижним расположением червяка. Червяк стальной, червячное колесо комбинированное – остов чугунный, венец бронзовый.

Число заходов червяка  $Z_1 =$

Число зубиков червячного колеса  $Z_2 =$

Передаточное число  $U =$

2 Червячный редуктор состоит из следующих частей:

Корпус с крышкой – изготовлен из чугуна, для более интенсивного охлаждения сделан с рёбрами;  
червяк;  
червячное колесо;  
подшипники, роликовые, конические, так как в червячной передаче действуют большие осевые усилия;  
крышки подшипников;  
сальники;  
крепежные детали.

3 Достоинства червячной передачи: большое передаточное число; плавность и бесшумность работы; компактность;  
возможность самоторможения.

Недостатки: очень низкий КПД; сильный нагрев передачи; малая передаваемая мощность.

Вывод: В результате проделанной работы изучили устройство червячного редуктора.

Основные требования безопасности на рабочем месте:

1 В кабинете студенты находятся на рабочих местах. Всякое перемещение в кабинете не предусмотренное планом выполнения работы запрещается.

2 При разборке и сборке редуктора пользоваться только исправным инструментом.

Студент должен:

Уметь: производить разборку и сборку редуктора и определить основные геометрические кинематические параметры исследуемого редуктора;

Знать назначение, основные параметры, достоинства и недостатки редукторов основных типов.

Задания для отчётов:

Задание рассчитано на одно занятие. В течении этого же времени студенты выполняют задание и сдают его преподавателю.

Работа считается выполненной лишь тогда, когда она оформлена в виде отчёта и зачтена преподавателем после собеседования.

*Контрольные вопросы:*

1 Укажите достоинства, недостатки и область применения червячных передач.

2 Из каких материалов изготавливают червяк и венец червячного колеса?

3 Какие усилия действуют на вал червяка?

4 При каких скоростях червяк располагают сверху колеса?

5 Для каких целей предназначены ребра на корпусе редуктора?

Преподаватель \_\_\_\_\_ Бачал С.П.

**Учебное издание**

Бачал С.П.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**  
по дисциплине

**«Техническая механика»**

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 14.12.2020 г. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$   
Бумага печатная Усл. п. л. 3,66. Тираж 25. Изд. №6786.

---

243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино  
Издательство Брянского государственного аграрного университета