

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

**КАФЕДРА МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**методические указания и задания для
самостоятельной работы**

НОВОСИБИРСК 2023

УДК 621.8

Составитель: канд. техн. наук, доцент ***Е.А. Пшенов***

Рецензент: канд. техн. наук, доцент ***И.В. Тихонкин***

Основы проектирования и производства современного технологического оборудования: методические указания и задания для самостоятельной работы/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2023. – 24 с.

Методические указания и задания для самостоятельной работы предназначен для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки «23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Утвержден и рекомендован к изданию методическим советом Инженерного института (протокол № 8 от 28 марта 2023 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа магистрантов рассматривается как одна из форм обучения, которая предусмотрена ФГОС и рабочим учебным планом по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов является обучение навыкам работы с учебной и научной литературой и практическими материалами, необходимыми для изучения дисциплины «Основы проектирования и производства современного технологического оборудования» и развития у них способностей к самостоятельному анализу полученной информации для выполнения расчетно-графической работы, а также подготовки к промежуточной аттестации.

Методические указания по самостоятельной работе включают краткое содержание разделов и тем, рассматриваемых в рамках дисциплины «Основы проектирования и производства современного технологического оборудования» с указанием литературных источников для углубления полученных знаний на лекциях и подготовки к лабораторным занятиям.

Студент должен ответить на вопросы для самоконтроля приведенные после каждой темы.

Методические указания содержат ссылки на тестовые задания по основным темам разделов дисциплины «Основы проектирования и производства современного технологического оборудования»: Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования. Суперфинишные станки для автомобильной промышленности. Геометрические параметры исполнительных устройств приводов технологического оборудования на базе механизмов с замкнутой системой тел качения.

Целью изучаемой дисциплины является формирование у студента общего представления об проектировании и производстве технологического оборудования, его назначении и эксплуатации, а также основ модернизации существующего оборудования.

Основными **задачами** изучения дисциплины являются:

1. Ознакомление с основами расчета и проектирования приспособлений в машиностроении.
2. Ознакомление с основами конструирования и расчета элементов технологического оборудования
3. Ознакомление с суперфинишными станками для автомобильной промышленности.
4. Ознакомление геометрическими параметрами исполнительных устройств приводов технологического оборудования на базе механизмов с замкнутой системой тел качения.
5. Ознакомление со специальными материалами в машиностроении.
6. Ознакомление с проектной и конструкторской документацией, стандартами и техническими условиями.

1.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ И РАЗДЕЛОВ КУРСА

Организация самостоятельной работы включает:

- работу с учебником и с дополнительной литературой;
- подготовку ответов на вопросы для самоконтроля;
- ответы на тестовые задания [6];
- подготовку к лабораторным занятиям;
- выполнение расчетно-графической работы [8].

Дисциплина Основы проектирования и производства современного технологического оборудования в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций ОПК-1, ОПК-3:

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-1 Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники | ИОПК-1.2 Разрабатывает и использует в сфере своей профессиональной деятельности естественнонаучные и математические модели ИОПК-1.3 Демонстрирует знание последних достижений науки и техники в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений | знать: - основы построения естественнонаучных и математических моделей в сфере технологического оборудования; - последние достижения науки и техники в сфере технологического оборудования уметь: -разрабатывать естественнонаучные и математические модели в сфере технологического оборудования для автомобилестроения; - собирать, анализировать и демонстрировать последние достижения науки и техники, а также устанавливать междисциплинарные связи в сфере технологического оборудования. владеть: - классическими и современными методами исследования технологического оборудования для автомобилестроения; - современными поисковыми системами для сбора последних достижений науки и техники в сфере технологического оборудования для автомобилестроения. |
| ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений | ИОПК-3.1 Демонстрирует знание этапов жизненного цикла инженерных продуктов. Идентифицирует этапы жизненного цикла, применительно к инженерному | знать: - этапы жизненного цикла инженерных продуктов в сфере технологического оборудования для автомобилестроения; - цели и целевые показатели управления жизненным циклом инженерных продуктов, их иерархическую подчинённость и значимость в сфере технологического оборудования для автомобилестроения; |

Продолжение таблицы 1.

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--|
| | <p>продукту в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>ИОПК-3.2 Формулирует цели и целевые показатели управления жизненным циклом инженерных продуктов, определяет их иерархическую подчинённость и значимость</p> <p>ИОПК-3.3 Разрабатывает решения по управлению жизненным циклом инженерных продуктов с учётом экономических, экологических и социальных ограничений</p> | <p>- жизненный цикл инженерных продуктов с учётом экономических, экологических и социальных ограничений в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>- способы оценки эффективности управленческих решений, разработки корректирующих мероприятий в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>уметь:</p> <p>- идентифицировать этапы жизненного цикла, применительно к инженерному продукту в сфере технологического оборудования для автомобилестроения.</p> |
| | <p>ИОПК-3.4 Определяет степень достижения поставленной цели, проводит оценку эффективности управленческих решений, разрабатывает корректирующие мероприятия</p> | <p>- формулировать цели и целевые показатели управления жизненным циклом инженерных продуктов, определять их иерархическую подчинённость и значимость в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>- разрабатывать решения по управлению жизненным циклом инженерных продуктов с учётом экономических, экологических и социальных ограничений в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>- определять степень достижения поставленной цели, проводить оценку эффективности управленческих решений, разрабатывать корректирующие мероприятия в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>владеть:</p> <p>- методикой разработки этапов жизненного цикла, применительно к инженерному продукту в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> <p>- методологией формирования целей и целевых показателей управления жизненным циклом инженерных продуктов в сфере технологического оборудования для автомобилестроения;</p> |
| | | <p>- методикой разработки решения по управлению жизненным циклом инженерных продуктов с учётом экономических, экологических и социальных ограничений в сфере технологического оборудования;</p> <p>- методологией оценки эффективности управленческих решений, разработки корректирующих мероприятий в сфере технологического оборудования.</p> |

Виды контроля знаний студентов и их отчетности

Текущая аттестация по дисциплине «Основы проектирования и производства современного технологического оборудования» проводится в форме контрольных мероприятий (через представление, проверку и оценку решенных задач) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Кроме того, оценивание студента проводится на контрольной неделе. Оценивание студента на контрольной неделе проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения студента по основным компонентам учебного процесса за текущий период. Оценивание осуществляется с выставлением оценок в ведомости и указанием количества пропущенных занятий.

2. СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Раздел 1. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении

Тема 1.1. Теоретические основы расчета и проектирования приспособлений

Назначение приспособлений и их классификация. Принципы установки заготовок в приспособлениях. Количество баз, необходимое для базирования. Выбор баз при проектировании технологических процессов. Виды баз. Назначение технологических баз. Погрешности базирования заготовок при различных способах их установки и обработки. Установочные элементы приспособлений. Требования, предъявляемые к установочным элементам приспособлений. Виды опор. Зажимные устройства приспособлений. Методика расчета сил зажима. Требования, предъявляемые к зажимным устройствам. Методика расчета сил зажима. Примеры определения усилия зажима для различных случаев закрепления заготовок. Расчет точности изготовления приспособления [1] стр. 9-49; [7] стр. 3-5.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется приспособлениями в машиностроении.
2. Какие виды приспособлений используют в машиностроении.
3. Что является базами в приспособлениях.
4. Перечислите виды баз применяемых в приспособлениях.
5. Что относят к зажимным устройствам приспособлений.
6. Что представляют собой прихваты.
7. Перечислите виды опор.
8. Какие требования предъявляются к зажимным устройствам.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 4-7.

Тема 1.2. Зажимные механизмы приспособлений

Винтовые зажимы. Эксцентриковые зажимы. Клиновые зажимы. Рычажные зажимные устройства (прихваты). Рычажно-шарнирные усилители. Составление расчетной схемы и исходного уравнения для расчета зажимного усилия. Установочно-зажимные механизмы приспособлений. Классификация самоцентрирующих механизмов. Выбор зажимного устройства [1] стр. 49-66; [7] стр. 5-7.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды механизмов используют в приспособлениях.
2. В чем особенность винтовых зажимов.
3. Что собой представляет эксцентриковый зажим.
4. Когда целесообразно применять клиновые зажимы.
5. Для чего нужны рычажно-шарнирные усилители.
6. По каким признакам классифицируют самоцентрирующие механизмы.
7. Чем руководствоваться при выборе зажимного устройства.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 7-11.

Тема 1.3. Силовые приводы приспособлений

Выбор типа силового механизма и определение необходимого исходного усилия закрепления. Пневматический привод. Материалы для изготовления деталей пневмодвигателей. Гидравлические приводы. Пневмогидравлические и механогидравлические приводы. Вакуумный привод. Вакуумные захваты. Электромеханический привод. Электромагнитные и магнитные приводы. Электростатический привод. Приводы, не требующие подвода дополнительной энергии. [1] стр. 66-87; [7] стр. 7-8.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды приводов применяются в приспособлениях.
2. Из чего состоит пневматический привод.
3. Как устроен гидравлический привод.
4. В чем особенность пневмогидравлического и механогидравлического приводов.
5. Как работает вакуумный захват.

6. Из чего состоит электромеханический привод.
7. В чем отличие электромагнитного и магнитного приводов.
8. На чем основан принцип работы электростатического привода.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 11-15.

Тема 1.4. Корпусы и вспомогательные элементы приспособлений

Корпусы приспособлений. Кондукторные втулки. Копиры. Установы. Делительные устройства [1] стр. 87-97; [7] стр. 8-9.

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего применяют кондукторные втулки.
2. Приведите примеры кондукторных втулок.
3. Как устроены копиры.
4. Что такое установы и для чего они нужны.
5. Что представляют собой делительные устройства.
6. Приведите пример использования делительных устройств.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 15-18.

Тема 1.5. Унификация и стандартизация станочных приспособлений

Универсальные безналадочные приспособления. Универсально-сборные приспособления. Универсально-наладочные приспособления. Сборно-разборные приспособления. Примеры унификации узлов и конструкций перенастраиваемых приспособлений для токарных станков. Принципы проектирования приспособлений для станков с ЧПУ и ГП-модулей. Механизация и автоматизация приспособлений. Компьютерные технологии проектирования технологической оснастки. Общие правила закрепления заготовок. Классификация зажимных устройств [1] стр. 97-118; [7] стр. 9-10.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем смысл унификации станочных приспособлений.
2. Перечислите виды универсальных приспособлений.
3. Что такое универсальные безналадочные приспособления.
4. Что такое сборно-разборные приспособления.
5. Приведите примеры унификации узлов и конструкций.
6. Какие особенности при проектировании приспособлений для станков с ЧПУ и ГП-модулей.
7. Перечислите виды зажимных устройств.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 18-19.

Тема 1.6. Расчет и проектирование зажимных устройств приспособлений

Расчет зажимных устройств. Определение сил и моментов резания. Составление расчетной схемы для определения силы зажима Q и исходного усилия W . Выбор значений коэффициентов трения. Расчет коэффициента надежности закрепления. Выбор типа зажимного устройства и силового механизма. Определение необходимого исходного усилия. Обычные зажимные устройства. Самоцентрирующие зажимные механизмы. Расчет

приводов зажимных устройств. Пневматический привод. Пневмогидравлический привод. Пример расчета зажимного устройства приспособления [1] стр. 118-162; [7] стр. 10.

Вопросы для самоконтроля

1. На чем основан расчет зажимных устройств.
2. Как определяются силы и моменты резания.
3. На основании чего проводят выбор значений коэффициентов трения
4. Как рассчитать коэффициент надежности закрепления.
5. Выбор типа зажимного устройства и силового механизма.
6. Как определить необходимое исходное усилие.
7. Укажите последовательность расчета приводов зажимных устройств
8. В чем суть расчета пневматического привода.
9. В чем суть расчета пневмогидравлического привода.
10. Как рассчитываются самоцентрирующие зажимные механизмы.

Тема 1.7. Расчет деталей приспособлений на прочность

Условия, обеспечивающие целесообразную конструкцию приспособлений. Расчет деталей приспособлений на прочность. Основные уравнения прочности. Варианты расчета деталей приспособлений на прочность. Примеры расчета отдельных деталей приспособлений на прочность [1] стр. 191-207; [7] стр. 10-11.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие условия, обеспечивают целесообразность конструкции приспособлений.
2. Последовательность расчета деталей приспособлений на прочность.
3. Перечислите основные уравнения прочности.
4. Приведите примеры расчета деталей приспособлений на прочность.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 19-20.

Тема 1.8. Приспособления для контроля точности деталей

Основные понятия о метрологическом обеспечении технологического процесса. Основные методы и схемы контроля отклонений формы и расположения поверхностей. Измерения отклонений от прямолинейности. Измерения отклонений от плоскостности. Измерения отклонений от круглости. Измерения отклонений от цилиндричности. Измерения отклонения профиля продольного сечения цилиндрических поверхностей. Измерения отклонений от параллельности. Расчет точности контрольно-измерительных приспособлений. Общие положения. Примеры проверочных расчетов точности разрабатываемых КИП. Разработка конструкции контрольно-измерительного приспособления. Порядок проектирования КИП. Основные конструктивные элементы и устройства контрольно-измерительных приспособлений. Центровые приспособления. Примеры контрольно-измерительных приспособлений для измерения отклонения от

соосности и радиального биения. Примеры контрольно-измерительных приспособлений для измерения отклонения от перпендикулярности и торцового биения [1] стр. 207-267; [7] стр. 11-17.

Вопросы для самоконтроля

1. Что относят к контрольным приспособлениям.
2. Что относят к основным методам прямых измерений.
3. Какими способами и приспособлениями определяется отклонение от прямолинейности в плоскости.
4. Какими способами и приспособлениями определяется отклонение от плоскостности.
5. Какими способами и приспособлениями определяется отклонение от круглости.
6. Какими способами и приспособлениями определяется отклонение от цилиндричности

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 20-23.

Раздел 2. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования

Тема 2.1. Направляющие станков

Основные сведения. Конструктивные формы и размеры направляющих смешанного трения. Основы расчета направляющих смешанного трения. Методика расчета направляющих смешанного трения на износостойкость [2] стр. 6-21; [7] стр. 17-18.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать назначение направляющих в станках и сформулировать основные требования к ним.
2. От каких факторов зависит эксплуатационная долговечность направляющих и какой из них является доминирующим?
3. Охарактеризовать направляющие смешанного трения, перечислить их достоинства и недостатки.
4. Из каких материалов выполняются направляющие смешанного трения?
5. Перечислить конструктивные формы сечений направляющих прямолинейного движения и дать их краткую характеристику.
6. Какие формы направляющих используются в суппортных группах токарных станков традиционной компоновки (для нижних продольных салазок, поперечных салазок и верхних продольных салазок) и чем обусловлен их выбор?
7. Какие факторы, помимо давления, влияют на износ направляющих?
8. Почему в универсальных токарных станках для нижних продольных салазок суппорта наиболее применима комбинированная схема направляющих?
9. Для чего и в каких случаях используются прижимные планки?
10. Для чего нужны регулировочные планки и в чем состоит их принципиальное отличие от прижимных планок?

11. Что представляют из себя клинья для регулирования зазоров, в каких случаях они применяются, и как с их помощью обеспечивается регулирование?
12. В чем заключается суть расчета направляющих смешанного трения?
13. Что является основным критерием работоспособности направляющих и какими факторами определяется их работоспособность?
14. В чем заключается суть расчета направляющих смешанного трения на износ? Пояснить при помощи схемы «ползун-направляющая».
15. Из каких соображений принято допущение о равномерном распределении давления по ширине направляющей? При каких условиях такое допущение будет некорректным.
16. От чего зависит форма эпюры давления на направляющей и какие формы наиболее часто встречаются на практике?
17. Для чего необходимо знание характера распределения давления на направляющих при их расчете на износостойкость?
18. Пояснить суть расчета направляющих смешанного трения на жесткость.
19. Изложить методику построения расчетной схемы направляющих для их расчета на износостойкость.
20. Для чего и как составляются уравнения равновесия подвижного узла?
21. Для чего необходимо и на основании каких допущений выводится уравнение перемещений?
22. Для чего и как выполняется замена треугольной направляющей на плоскую при расчетах на износостойкость?

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 23-25.

Тема 2.2. Общие сведения о шпиндельных узлах станков

Назначение шпиндельных узлов и предъявляемые к ним требования. Подшипники качения для опор шпинделей. Конструкции шпиндельных узлов и их элементов. Выбор и регулирование величины зазора-натяга в подшипниках. Примеры описания конструкций шпиндельных узлов [2] стр. 51-89; [7] стр. 18-19.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать назначение шпиндельных узлов станков и изложить основные требования к ним.
2. Привести отличительные особенности шпиндельных подшипников качения от подшипников общего применения и пояснить, чем обусловлены эти отличия?
3. Описать назначение, области применения и конструктивные особенности радиально-упорных шарикоподшипников в шпинделях станков.
4. Привести назначение и конструктивные особенности упорно-

- радиальных сдвоенных шарикоподшипников; охарактеризовать их достоинство перед однорядными упорными шарикоподшипниками.
5. Дать назначение и изложить конструктивные особенности двухрядных роликоподшипников с короткими цилиндрическими роликами.
 6. Определить назначение, области применения и перечислить конструктивные особенности двухрядных роликовых конических подшипников с буртом на наружном кольце.
 7. Привести структуру полного обозначения подшипников качения.
 8. Что обозначает первая и вторая, а также третья и четвертая цифры справа в основном обозначении подшипников?
 9. Как определить тип подшипника качения по его номеру? Перечислить основные типы подшипников.
 10. Какие три цифры в обозначении подшипников характеризуют их размеры?
 11. Какие подшипники обладают наибольшей быстроходностью? В чем заключается противоречие между жесткостью и быстроходностью подшипников?
 12. Охарактеризовать области применения шпиндельных подшипников типа 36000 и 3182100.
 13. Каким образом осуществляется базирование колец подшипников качения на шпинделях?
 14. Для чего нужен и как функционирует гидроразжим для монтажа и демонтажа внутренних колец подшипников типа 3182100?
 15. Перечислить разновидности уплотнений для шпиндельных узлов; с учетом каких факторов их конструируют?
 16. Для чего служат гайки на шпинделях, как они стопорятся и чем обуславливается выбор их конструктивного исполнения?
 17. На что влияет и как назначается величина предварительного зазора-натяга в подшипниках качения?
 18. По каким схемам дуплексируются шариковые радиально-упорные подшипники и какие методы применяются для реализации этой цели?
 19. Изложить последовательность действий по созданию предварительного натяга в шариковых радиально-упорных подшипниках при установке между ними двух дистанционных колец.
 20. Какая технологическая оснастка необходима и как она используется при дуплексации шариковых радиально-упорных подшипников по схеме «О»?
 21. Какая технологическая оснастка необходима и как она используется при дуплексации шариковых радиально-упорных подшипников по схеме «Х»?
 22. Каким образом осуществляется натяг в роликоподшипниках типа 3182100? Что он обеспечивает и чем определяется его величина?

23. Какие методы контроля величины предварительного натяга используются при регулировании роликоподшипников типа 3182100?
24. Перечислить и охарактеризовать универсальные способы оценки величины натяга по косвенным показателям.
25. Для чего служат и как функционируют подшипники с управляемым натягом?

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 25-30.

Тема. 2.3 Расчеты шпиндельных узлов при их проектировании

Расчет шпиндельного узла на жесткость. Расчет точности шпиндельного узла [2] стр. 90-100.

Вопросы для самоконтроля

1. Каким образом выбирается конфигурация и основной размер переднего конца шпинделя?
2. Из каких соображений выбираются типы подшипников, устанавливаемых в опорах шпиндельного узла?
3. Как определяется оптимальное расстояние между опорами шпинделя и чем ограничивается его величина?
4. Как определяются осевые размеры опор, состоящих из нескольких подшипников, и какая точка в такой опоре принимается за место приложения радиальной нагрузки в расчетной схеме?
5. Для чего нужен скоростной параметр шпиндельного узла в виде произведения $d \cdot n$ и в чем заключается основное противоречие между жесткостью шпиндельных подшипников и их быстроходностью?
6. Что характеризуют две последние цифры в обозначении подшипников?
7. В чем состоит физический смысл коэффициента заземления тела шпинделя в опорах и когда его можно не учитывать при жесткостных расчетах?
8. На какие три группы по быстроходности разделяются шпиндельные узлы и что это дает в практическом плане?
9. Какие факторы и каким образом приводят к снижению долговечности шпиндельных подшипников при недостаточной жесткости шпиндельного узла?
10. Податливость каких элементов (опор или тела шпинделя) преобладает в общей податливости шпиндельного узла, выявленной в ходе расчетов на жесткость?
11. Перечислить исходные данные, необходимые для выполнения точностных расчетов шпиндельного узла.
12. Какие документы регламентируют допустимые радиальные биения центрирующей шейки шпинделя и внутренних колец подшипников? От каких параметров зависят эти биения?
13. Почему классы точности шпиндельных подшипников,

- рекомендуемых практикой станкостроения, для станков определенной точности часто не соответствуют рекомендациям?
14. Какие поверхности шпинделя используются для определения его радиального биения и как практически выполняется это проверка?
 15. Каким образом определяется радиальное биение подшипника и от чего оно зависит? Пояснить при помощи схемы.
 16. Изложить основные этапы выбора классов точности шпиндельных подшипников для станка заданной точности.
 17. Каким образом радиальное биение шпинделя токарного станка сказывается на форме и размерах обрабатываемых заготовок? Пояснить при помощи схем.
 18. Почему радиальное биение опоры шпинделя, состоящей из нескольких подшипников, меньше биения опоры из одного подшипника и как определяются эти биения?
 19. Какие параметры шпинделя обуславливают противоречие между точностью его вращения и жесткостью узла?

Раздел 3. Суперфинишные станки для автомобильной промышленности

Тема 3.1. Физические основы суперфиниширования

Влияние суперфиниширования на эксплуатационные свойства деталей машин. Физический механизм процесса суперфиниширования. Кинематика бесцентрового суперфиниширования. Силовые аспекты бесцентрового суперфиниширования [3] стр. 6-34; [7] стр. 20.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется суперфинишированием.
2. Как влияет суперфиниширование на эксплуатационные свойства деталей машин.
3. В чем заключается физический механизм процесса суперфиниширования.
4. Охарактеризуйте кинематику бесцентрового суперфиниширования.
5. Какие силовые аспекты бесцентрового суперфиниширования.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 30.

Тема 3.2. Технология суперфиниширования

Разновидности бесцентрового суперфиниширования. Выбор абразивного инструмента для суперфиниширования. Назначение технологических режимов суперфиниширования. Применение СОЖ при суперфинишировании [3] стр. 34-71; [7] стр. 21-23.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие разновидности бесцентрового суперфиниширования.
2. На чем основан выбор абразивного инструмента для суперфиниширования.
3. Какие виды связки применяются в абразивном инструменте.
4. Расскажите о технологических режимах суперфиниширования.

5. В чем состоит характерная особенность бесцентрового суперфиниширования.
6. Для каких деталей применяется способ бесцентрового суперфиниширования врезанием.
7. Что такое электрохимический метод суперфиниширования.
8. За счет чего происходит восстановление режущей способности в процессе работы (самозатачивание).
9. В чем отличие керамической связки, от бакелитовой, область применения.
10. Сколько мкм не должна превышать разноразмерность диаметров заготовок, поступающих на бесцентровое суперфиниширование.
11. Чем определяется технологический режим при бесцентровом суперфинишировании.
12. Какие виды СОЖ применяются при суперфинишировании.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 30-33.

Тема 3.3. Бесцентровые суперфинишные станки

Классификация бесцентровых суперфинишных станков. Кинематика и конструкции бесцентровых суперфинишных станков. Механизмы осцилляции суперфинишных станков. Валковые устройства суперфинишных станков [3] стр. 71-104; [7] стр. 23-24.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит характерная особенность бесцентрового суперфиниширования.
2. Чем характеризуется режим суперфиниширования.
3. Для каких деталей применяется способ бесцентрового суперфиниширования врезанием.
4. Что такое электрохимический метод суперфиниширования.
5. В чем заключается способ ультразвукового суперфиниширования.

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 33-34.

Тема 3.4. Специализированные суперфинишные станки

Суперфинишные полуавтоматы. Суперфинишные станки для обработки шеек коленчатых валов. Суперфинишные головки [3] стр. 104-116; [7] стр. 24-25.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие станки относят к полуавтоматам.
2. Приведите примеры суперфинишных полуавтоматов, область применения.
3. В чем особенность суперфинишных станков для обработки шеек коленчатых валов.
4. Что такое мастер-вал
5. Назначение и область применения суперфинишных головок.
6. По каким основным признакам классифицируют суперфинишные станки.
7. Для чего предназначены механизмы осцилляции суперфинишных

станков.

Тема 3.5. Расчет валковых устройств бесцентровых суперфинишных станков

Общие принципы расчета валковых устройств. Валковые устройства для обработки цилиндрических поверхностей. Валковые устройства для обработки конических поверхностей. Валковые устройства для обработки бомбинированных поверхностей. Валковые устройства для обработки модифицированных поверхностей. Формообразование валков суперфинишных станков [3] стр. 116-165.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите общие принципы расчета валковых устройств.
2. В чем особенность валковых устройств для обработки цилиндрических поверхностей.
3. В чем особенность валковых устройств для обработки конических поверхностей.
4. В чем особенность валковых устройств для обработки бомбинированных поверхностей.
5. Какие валковые устройства применяют для обработки модифицированных поверхностей.

Тема 3.6. Наладка и автоматизация бесцентровых суперфинишных станков

Теоретические основы наладки бесцентровых суперфинишных станков. Установка и наладка валковых устройств. Автоматизация бесцентровых суперфинишных станков [3] стр. 215-256; [7] стр. 25.

Вопросы для самоконтроля

1. Что включает в себя процесс наладки станка на конкретный диаметр обрабатываемой заготовки.
2. Порядок установки и наладки валковых устройств.
3. Что подлежит автоматизации в бесцентровых суперфинишных станках.

Раздел 4. Геометрические параметры исполнительных устройств приводов технологического оборудования на базе механизмов с замкнутой системой тел качения

Тема 4.1. Механизмы с замкнутой системой тел качения.

Механизм Гарарда. Фрикционный механизм Козловых с замкнутой системой тел качения. Червячный механизм с замкнутой системой тел качения. Винтовой механизм с замкнутой системой тел качения. Волновые механизмы с замкнутой системой тел качения. Волновой осевой механизм с замкнутой системой тел качения. Волновой радиальный механизм с замкнутой системой тел качения. Волновой эксцентриковый механизм с замкнутой системой тел качения. Волновой винтовой механизм с замкнутой системой тел качения. Волновой торцевой механизм с замкнутой системой

тел качения. Волновой торцевой двухрядный механизм с замкнутой системой тел качения. Волновой шарнирный механизм с замкнутой системой тел качения.

Планетарные механизмы с замкнутой системой тел качения. Однорядный планетарный механизм с одной замкнутой системой тел качения (шарики). Однорядный планетарный механизм с одной замкнутой системой тел качения (ролики). Однорядный планетарный механизм с несколькими замкнутыми системами тел качения. Двухрядный планетарный механизм с несколькими замкнутыми системами тел качения. Эксцентриковый планетарный механизм с замкнутой системой тел качения. Эксцентриковый торцевой планетарный механизм с замкнутой системой тел качения. Планетарный механизм с двухрядной замкнутой системой тел качения. Планетарный механизм с замкнутой системой тел качения типа 2К. Безводильный планетарный механизм с замкнутой системой тел качения. Безводильный планетарный механизм с двухзвенной замкнутой системой тел качения. Механизм с замкнутой системой тел качения типа К-Н-V. Сферический механизм с замкнутой системой тел качения [4] стр. 5-26; [7] стр. 25-30.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой механизм Гаррарда, какие имеет недостатки.
2. Что представляет собой фрикционный механизм Козловых с замкнутой системой тел качения.
3. Что представляет собой червячный механизм с замкнутой системой тел качения
4. Что представляет собой винтовой механизм с замкнутой системой тел качения
5. Что представляет собой волновые механизмы с замкнутой системой тел качения в целом
6. Что представляет собой волновой осевой механизм с замкнутой системой тел качения
7. Что представляет собой волновой радиальный механизм с замкнутой системой тел качения
8. Что представляет собой волновой эксцентриковый механизм с замкнутой системой тел качения
9. Что представляет собой волновой винтовой механизм с замкнутой системой тел качения
10. Что представляет собой волновой торцевой механизм с замкнутой системой тел качения
11. Что представляет собой волновой шарнирный механизм с замкнутой системой тел качения
12. Опишите принцип действия однорядного планетарного механизма с одной замкнутой системой тел качения (шарики)
13. Опишите принцип действия однорядного планетарного механизма с одной замкнутой системой тел качения (ролики)
14. Опишите принцип действия однорядного планетарного механизма с

- несколькими замкнутыми системами тел качения
15. Опишите принцип действия эксцентрикового планетарного механизма с замкнутой системой тел качения
 16. Опишите принцип действия эксцентрикового торцевого планетарного механизма с замкнутой системой тел качения

Ответить на тестовые задания по теме [6] стр. 34-38.

Раздел 5. Специальные материалы в машиностроении

Тема 5.1. Принципы разработки высокопрочного состояния

Современная концепция высокопрочного состояния. Механизмы и процессы упрочнения. Напряжение трения решетки. Твердорастворное упрочнение. Дислокационное упрочнение. Упрочнение выделениями дисперсных частиц (дисперсионное твердение). Зернограничное упрочнение. Влияние фазовых превращений на упрочнение [5] стр. 63-77; [7] стр. 30-32.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие стали относят к высокопрочным машиностроительным сталям.
2. Что относят к основным механизмам упрочнения сталей.
3. В чем заключается твердорастворное упрочнение $\Delta\sigma_{\text{т.р.}}$
4. В чем заключается дислокационное упрочнение $\Delta\sigma_{\text{д.}}$
5. В чем заключается дисперсионное упрочнение $\Delta\sigma_{\text{д.}}$
6. Что является основными упрочняющими фазами в легированных сталях и сплавах.
7. В чем заключается зернограничное упрочнение какова особенность.
8. Что называется сверхпластичностью.

Тема 5.2. Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов

Технология производства чистой стали. Способы массового производства. Электрорафинирующие переплавы. Управление природой неметаллических включений. Снижение содержания углерода и других элементов. Формирование структуры дисперсными выделениями. Комбинированное термомеханическое воздействие. Регулирование размеров зерна термомоциклированием. Стали с покрытиями и биметаллы. Нанесение металлических покрытий погружением в расплав. Гальванические покрытия. Осаждение покрытий из газовой фазы в вакууме. Напыление покрытий. Плакирование. Двухфазные стали с высокой деформационной способностью [5] стр. 77-130; [7] стр. 32-37.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите методы повышения конструкционной прочности стали.
2. Что определяет конструкционная прочность сталей.
3. Чем определяется качество сталей.
4. Какие методы применяют для улучшения качества жидкой стали в условиях массового производства.
5. В чем суть электрорафинирующих переплавов.

6. Как влияют неметаллические включения на характер разрушения стали.
7. Что представляет собой модифицирование сталей, какие модификаторы применяются.
8. Чему способствует снижение содержания углерода и других элементов.
9. Какие разновидности термомеханической обработки.
10. Что такое термоциклирование.
11. В чем заключается метод нанесения металлических покрытий погружением в расплав.
12. Как образуются гальванические покрытия.
13. Перечислите способы вакуумного нанесения покрытия на подложки.
14. В чем суть метода металлизации (напыление покрытий).
15. Как осуществляется плакирование.
16. Перечислите способы плакирования.
17. Что представляют собой двух фазные стали. Область применения.

Тема 5.3. Высокопрочные конструкционные стали

Особенности требований к конструкционным высокопрочным сталям. Легированные низкоотпущенные стали. Дисперсионно-твердеющие стали. Мартенситно-старееющие стали. ПНП-стали. Стали со сверхмелким зерном [5] стр. 130-148; [7] стр. 37-38.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности требований к конструкционным высокопрочным сталям.
2. Что собой представляют легированные низкоотпущенные стали.
3. Что собой представляют дисперсионно-твердеющие стали.
4. Что собой представляют мартенситно-старееющие стали.
5. Что собой представляют стали со сверхмелким зерном.

Тема 5.4. Порошковые материалы

Технологические процессы порошковой металлургии. Конструкционные материалы. Антифрикционные материалы. Фрикционные материалы. Пористые фильтрующие элементы. Инструментальные стали. Карбидостали [5] стр. 214-236; [7] стр. 38-40.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие технологические процессы характерны для порошковой металлургии.
2. Чем характеризуются конструкционные порошковые материалы.
3. Где используются антифрикционные порошковые материалы.
4. Где используются фрикционные порошковые материалы.
5. Как изготавливают пористые фильтрующие элементы.
6. В чем преимущество порошковых быстрорежущих сталей для производства инструмента.

7. Перечислите основные свойства карбидосталей.

Тема 5.5. Хладостойкие материалы

Хладостойкие стали климатического холода. Состав и марки сталей. Влияние технологии производства на хладостойкость сталей климатического холода. Особенности разрушения литых хладостойких сталей. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах. Хладостойкие неметаллические материалы. Общие сведения. Пластмассы. Резины [5] стр. 236-252, 285-297; [7] стр. 41-42.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие стали относят к хладостойким.
2. От чего зависит хладостойкость сталей.
3. В чем заключаются особенности разрушения литых хладостойких сталей.
4. Какие неметаллические материалы используют в условиях низких температур.
5. Какова нижняя граница рабочей температуры резины специального назначения.

Тема 5.6. Коррозия и коррозионно-стойкие материалы

Общие сведения. Виды электрохимической коррозии. Оценка коррозионной стойкости. Методы защиты от коррозии. Коррозионно-стойкие стали. Требования к механическим и технологическим свойствам. Влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость [5] стр. 297-319; [7] стр. 42-44.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные виды коррозии.
2. Какими методами производят оценку коррозионной стойкости.
3. Перечислите методы защиты от коррозии.
4. Опишите влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость.
5. Какие требования предъявляются к механическим и технологическим свойствам.

Тема 5.7. Износостойкие материалы

Классификация и виды износа. Закономерности изнашивания сопряженных деталей, образующих пары трения. Износостойкие стали. Металлические износостойкие покрытия. Металлокерамические твердые сплавы. Штамповые стали. Антифрикционные материалы [5] стр. 343-386; [7] стр. 44-52.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите виды износа.
2. Чем обусловлены закономерности изнашивания сопряженных деталей, образующих пары трения.
3. Влияние химического состава на структурные составляющие,

- определяющие износостойкость.
4. Назовите износостойкие стали применяемые в машиностроении.
 5. Перечислите основные виды применяемых процессов создания металлических износостойких покрытий.
 6. Где применяются металлокерамические твердые сплавы.
 7. Перечислите виды штамповых сталей.
 8. Перечислите виды антифрикционных материалов и область их применения.

Тема 5.8. Материалы с особыми физическими и эксплуатационными свойствами

Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы. Сверхпроводимость. Сверхпроводящие материалы и технология их производства. Перспективы использования сверхпроводящих материалов. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Общие сведения. Сплавы с регламентируемым температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с постоянным модулем упругости. Металлы с памятью формы. Механизм эффекта памяти формы. Технология производства и свойства сплавов с эффектом памяти формы. Применение сплавов с эффектом памяти формы [5] стр. 429-454; [7] стр. 52-55.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы перспективы использования сверхпроводящих материалов.
2. Назовите сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами.
3. В чем заключается эффект памяти формы.
4. Назовите область применения сплавов с регламентируемым температурным коэффициентом линейного расширения.
5. Приведите примеры применения сплавов с эффектом памяти формы

Тема 5.9. Проблемы выбора и применения материалов

Общие принципы выбора материалов. Технические условия и стандарты. Долговечность конструкций и виды отказов. Технологические свойства. Свойства и применение конструкционных материалов [5] стр. 607-641; [7] стр. 55-58.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем должен руководствоваться конструктор при выборе материалов.
2. Назовите основные принципы долговечность конструкций
3. Какие виды отказов вызваны не правильным выбором материалов.
4. Перечислите основные свойства и область применения конструкционных материалов.
5. Что относят к технологическим свойствам материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1803-9. - Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168792>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шестернин, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования: учебное пособие / А. В. Шестернин. - Ульяновск: УлГТУ, 2018. - 167 с. - ISBN 978-5-9795-1837-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/165081>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Захаров, О. В. Суперфинишные станки для автомобильной промышленности: монография / О. В. Захаров, А. В. Кочетков, Л. В. Янковский. - Пермь: ПНИПУ, 2014. - 265 с. - ISBN 978-5-398-01166-1. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160399>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Меснянкин, М. В. Геометрические параметры исполнительных устройств приводов технологического оборудования на базе механизмов с замкнутой системой тел качения [Электронный ресурс]: монография / М. В. Меснянкин, М. А. Мерко, А. Е. Митяев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 114 с. - ISBN 978-5-7638-2889-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492089>. – Режим доступа: по подписке.
5. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Основы проектирования и производства современного технологического оборудования: тесты контроля остаточных знаний / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2021. – 40 с.
7. Основы проектирования и производства современного технологического оборудования: словарь терминов и определений / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2021. – 60 с.
8. Основы проектирования и производства современного технологического оборудования: задания и методические указания к расчетно-графической работе / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2021. – 56 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | стр. |
|---|------|
| Введение..... | 3 |
| 1.Методические указания по самостоятельному изучению тем и разделов курса | 4 |
| 2. Содержание отдельных разделов и тем дисциплины Основы проектирования и производства современного технологического оборудования..... | 6 |
| Раздел 1. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении. | 6 |
| 1.1. Теоретические основы расчета и проектирования приспособлений | 6 |
| 1.2. Зажимные механизмы приспособлений..... | 7 |
| 1.3. Силовые приводы приспособлений..... | 7 |
| 1.4. Корпусы и вспомогательные элементы приспособлений..... | 8 |
| 1.5. Унификация и стандартизация станочных приспособлений..... | 8 |
| 1.6. Расчет и проектирование зажимных устройств приспособлений... | 8 |
| 1.7. Расчет деталей приспособлений на прочность..... | 9 |
| 1.8. Приспособления для контроля точности деталей..... | 9 |
| Раздел 2. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования..... | 10 |
| 2.1. Направляющие станков..... | 10 |
| 2.2. Общие сведения о шпиндельных узлах станков..... | 11 |
| 2.3 Расчеты шпиндельных узлов при их проектировании..... | 13 |
| Раздел 3. Суперфинишные станки для автомобильной промышленности..... | 14 |
| 3.1. Физические основы суперфиниширования..... | 14 |
| 3.2. Технология суперфиниширования..... | 14 |
| 3.3. Бесцентровые суперфинишные станки..... | 15 |
| 3.4. Специализированные суперфинишные станки..... | 15 |
| 3.5. Расчет валковых устройств бесцентровых суперфинишных станков | 15 |
| 3.6. Наладка и автоматизация бесцентровых суперфинишных станков.. | 16 |
| Раздел 4. Геометрические параметры исполнительных устройств приводов технологического оборудования на базе механизмов с замкнутой системой тел качения..... | 16 |
| Тема 4.1. Механизмы с замкнутой системой тел качения..... | 16 |
| Раздел 5. Специальные материалы в машиностроении..... | 18 |
| 5.1. Принципы разработки высокопрочного состояния..... | 18 |
| 5.2. Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов. | 18 |
| 5.3. Высокопрочные конструкционные стали..... | 19 |
| 5.4. Порошковые материалы..... | 19 |
| 5.5. Хладостойкие материалы..... | 19 |
| 5.6. Коррозия и коррозионно-стойкие материалы..... | 20 |
| 5.7. Износостойкие материалы..... | 20 |
| 5.8. Материалы с особыми физическими и эксплуатационными свойствами.. | 21 |
| 5.9. Проблемы выбора и применения материалов..... | 21 |
| Библиографический список..... | 22 |

Составитель: *Пшенов Евгений Александрович*

методические указания и задания для
самостоятельной работы

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА
СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная вёрстка Е.А. Пшенов

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Подписано к печати 28 марта 2023 г. | |
| Формат 60x84 ^{1/16} | Объем 1,5 уч.-изд. л. |
| Тираж 35 экз. | Изд.№ Заказ № |

Отпечатано в минитипографии Инженерного института НГАУ
630039, г. Новосибирск, ул. Никитина 147