

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор

Т.Р. Змызгова



\_\_\_\_\_ 2022 г.

## ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ  
В АСПИРАНТУРУ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
2.5.2 – «МАШИНОВЕДЕНИЕ»

Курган 2022 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Вступительный экзамен по специальности определяет, насколько свободно и глубоко лица, поступающие в аспирантуру, владеют теоретическими и практическими знаниями по дисциплине, которая в будущем может стать основой их научной деятельности.

**Цель экзамена** определить уровень знаний будущих аспирантов специальности 2.5.2 в области машиноведения, систем приводов и деталей машин. Круг вопросов, которые должны осветить на экзамене поступающие, охватывает основные направления курса: машиноведение, детали машин и систем приводов.

Поступающие в аспирантуру должны не только владеть предметом, но также знать литературу по теме будущей диссертации.

### **Методика проведения экзамена**

Экзамен проводится в устной форме. Продолжительность экзамена составляет один академический час. Экзамен принимается комиссией, созданной приказом ректора. Руководит процессом председатель комиссии. Ответ будущего аспиранта представляет собой раскрытие вопросов экзамена, как правило, связанных с темой проводимых исследований, с предоставлением необходимых графических иллюстраций. После ответа будущему аспиранту члены комиссии задают дополнительные вопросы, уточняющие глубину знаний. По окончании ответов комиссия обсуждает результаты и выставляет оценку. Планы ответов, подготовленные аспирантом, сдаются секретарю комиссии.

### **Критерии оценок знаний**

Основным критерием соответствия уровня подготовки будущего аспиранта требованиям государственного стандарта послевузовского профессионального образования по специальности является демонстрация комплекса знаний и умений, необходимых для решения поставленных перед ним научных задач.

Итоговая оценка знаний выставляется экзаменационной комиссией с учётом уровня как теоретической, так и практической подготовки будущего аспиранта.

Ответ оценивается на **отлично** (16-20 баллов) при условии: полного и верного ответа на вопросы экзамена. Ответ обладает грамотностью, не содержит неточностей в формулировках определений и понятий. Теоретические знания увязываются с практикой, устанавливаются причинно-следственные связи при ответе. Соискатель свободно ориентируется в основных вопросах теории движения и методов расчетов машин. Уверенно и верно отвечает на дополнительные вопросы. Способен показать логику решения задач исследования и обосновать выбранный метод решения.

Ответ оценивается на **хорошо** (11-15 баллов) при условии полного ответа на вопросы экзамена. При этом ответ содержит неточности в формулировках определений и понятий, логике изложения, формулировке выводов. Теоретические знания увязываются с практикой, устанавливаются причинно-следственные связи при ответе. Будущий аспирант ориентируется в основных вопросах теории движения и методов расчёта машин. Уверенно и верно отвечает не на все дополнительные вопросы. Способен показать логику решения задач исследования.

Ответ оценивается на **удовлетворительно** (5-10 баллов) при условии ответа в неполном объёме на вопросы экзамена. Ответ содержит неточности в формулировках определений и понятий, логике изложения, формулировке выводов. Соискатель неуверенно ориентируется в основных вопросах теории движения и методов расчётов машин. Верно отвечает не на все дополнительные вопросы. Затрудняется в объяснении логики решения исследовательских задач.

Ответ оценивается на **неудовлетворительно** (менее 5 баллов) при условии отсутствия ответа на вопросы экзамена. Ответ не содержит необходимых формулировок определений и понятий, отсутствует логика изложения и формулировка выводов. Соискатель не ориентируется в основных вопросах теории движения и методов расчёта машин. Неверно отвечает на большинство дополнительных вопросов. Не может выбрать метод решения исследовательской задачи.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ВОПРОСОВ ПРОГРАММЫ**

### **2.1 Общие положения**

Краткие сведения из истории машиностроения. Классификация технических объектов машиностроения и деталей машин.

Краткий исторический обзор развития теории расчета и проектирования машин; роль российских ученых-механиков.

### **2.2 Расчеты на прочность деталей машин; работоспособность и надежность машин**

Требования к деталям машин и критерии их работоспособности: прочность, жесткость, вибростойкость, износостойкость, теплостойкость. Общая характеристика расчетных методов оценки работоспособности деталей машин. Проверочные и проектировочные расчеты.

Основы расчётов на прочность. Характеристики статической и циклической прочности материалов. Расчетные, предельные и допускаемые напряжения. Расчетные и нормативные коэффициенты запаса прочности.

Надежность машин. Основные положения и показатели надежности. Статистический контроль надежности и долговечности.

Расчеты на выносливость. Расчётно - экспериментальное определение пределов длительной и ограниченной выносливости деталей. Учет сложного напряженного состояния материала деталей.

Трение, изнашивание и смазка деталей. Виды трения и изнашивания. Геометрические характеристики поверхностей и площадь касания. Сухое трение. Граничное трение. Трение в условиях гидродинамической и гидростатической смазки. Износ. Надежность в период износных отказов. Способы повышения износостойкости.

## 2.3 Соединения

Классификация соединений. Соединения неразъемные и разъемные.

### *Резьбовые (винтовые) соединения*

Классификация резьбы. Основные параметры резьбы. Основные типы крепежных соединений. Способы стопорения резьбовых соединений. Материалы, применяемые для изготовления резьбовых деталей. Теория винтовой пары. Коэффициент полезного действия винтовой пары. Самоторможение. Расчет резьбы на прочность. Высота гайки и глубина завинчивания.

### *Неразъемные соединения и их роль в машиностроении*

Сварные соединения. Заклепочные соединения. Паяные соединения. Клеевые соединения. Области применения. Расчет на прочность.

*Соединения деталей с использованием сил трения.* Соединения с натягом. Технология сборки. Силы запрессовки и распрессовки. Соединения нагретом или охлаждением соединяемых деталей. Конические соединения. Клеммовые соединения.

*Соединения деталей с использованием зацепления.* Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные соединения. Основные типы и области применения. Способы центрирования.

## 2.4 Механические передачи

Назначение и роль передач в машинах. Классификация механических передач. Передачи трением и передачи зацеплением. Передачи с постоянным и переменным передаточным отношением. Передачи ступенчатого и бесступенчатого регулирования. Управление регулируемыми передачами.

Основные параметры передач: кинематические, энергетические, геометрические.

### *Зубчатые передачи*

Основные сведения. Классификация. Области применения. Стандартные параметры зубчатых передач. Геометрия и кинематика. Точность изготовления зубчатых колес.

Виды повреждений зубьев зубчатых колес. Критерии работоспособности зубчатых передач. Материалы колес. Методы объемного и поверхностного упрочнения.

Определение расчетных нагрузок. Учет перегрузок, концентрации нагрузки по длине зубьев, режима работы и срока службы, динамичности нагрузки, связанной с качеством изготовления. Силы в зацеплении.

Контактные напряжения и контактная прочность. Расчет зубьев прямозубых, косозубых и шевронных цилиндрических передач по контактными напряжениям. Расчетные зависимости для проектного и проверочного расчетов. Допускаемые напряжения.

Расчет зубьев прямозубых, косозубых и шевронных цилиндрических передач на изгиб. Номинальные напряжения. Коэффициент формы зуба. Концентрация напряжений у корня зуба. Учет совместной работы двух пар зубьев. Расчетные зависимости для проектного и проверочного расчетов. Допускаемые напряжения. Прочность скорректированных зубчатых колес.

Оптимизация конструкции зубчатых передач. Передаточное отношение одноступенчатых и многоступенчатых зубчатых передач.

Конические зубчатые передачи с прямолинейными и криволинейными зубьями. Основные сведения из геометрии конических зацеплений. Особенности расчета на прочность.

Передачи с кругловинтовым зацеплением Новикова с одной и двумя линиями зацепления.

Планетарные зубчатые передачи. Расчет и конструирование, типы. Кинематика, силы в зацеплении.

Волновые передачи. Кинематика и профилирование. Расчеты на прочность. Коэффициент полезного действия. Конструкции и область применения.

Передачи цилиндрическими винтовыми колесами. Гипоидные передачи.

Основные типы редукторов. Стандарты на основные параметры редукторов. Зубчатые коробки передач.

#### *Червячные передачи*

Основные понятия и определения. Общая характеристика. Область применения.

Кинематика и геометрия червячных передач. Основные параметры. Коэффициент полезного действия червячных передач. Применяемые материалы.

Виды повреждений червячных передач. Критерии работоспособности.

Силы, действующие в червячном зацеплении. Основы расчётов червячных передач по контактными напряжениям.

Расчет зубьев червячного колеса на изгиб. Коэффициент формы зуба. Условный угол обхвата. Длина контактных линий. Допускаемые напряжения.

Тепловой расчет. Искусственное охлаждение.

Понятие о расчете зубьев на сопротивление заеданию. Расчет червяка на прочность и жесткость.

Современные конструкции червячных редукторов. Смазка червячных передач.

Глобоидные и спироидные передачи.

### *Ременные передачи*

Общие сведения и основные характеристики. Область применения. Разновидности ременных передач. Основные типы и материалы плоских и клиновых ремней. Усилия и напряжения в ремне. Коэффициент тяги, кривые скольжения. Коэффициенты трения между ремнем и шкивом. Коэффициент полезного действия ременной передачи. Расчет ременных передач на основе кривых скольжения.

Особенности расчета клиноременных передач. Расчет на тяговую способность и долговечность.

Способы натяжения ремней.

Поликлиноременные передачи. Зубчато-ременные передачи.

### *Цепные передачи*

Классификация и конструкции приводных цепей. Область применения цепных передач в машиностроении. Основные характеристики. Выбор основных параметров цепных передач. Кинематика и динамика цепных передач. Коэффициент полезного действия.

Виды повреждений, критерии работоспособности цепных передач и исходные положения для расчета. Натяжение в цепных передачах. Несущая способность и подбор цепей.

Проектирование звездочек. Смазка и эксплуатация цепных передач.

### *Передачи винт-гайка*

Области применения. Типы ходовой резьбы. Допускаемые напряжения и скорости. Требования к точности. Конструкции. Передачи винт-гайка качения шариковые и роликовые.

### *Фрикционные передачи и вариаторы*

Принцип работы. Основные типы и область применения. Общие эксплуатационные характеристики. Геометрическое и упругое скольжение. Элементы конструкций. Материалы. Передачи для постоянного передаточного отношения. Бесступенчатые передачи. Рекомендация по выбору.

Кинематика передач. Точность передаточного отношения. Силы прижатия тел качения. Потери на трение; коэффициент полезного действия.

Проверочный расчет передач по контактным напряжениям.

## **2.5 Оси и валы**

Классификация валов и осей. Конструкции. Критерии расчета: прочность, жесткость, колебания. Материалы. Выбор расчетных нагрузок. Выбор расчетных схем.

Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов на выносливость при совместном действии напряжений кручения и изгиба. Эффективные коэффициенты концентрации напряжений. Влияние на прочность размерного фактора.

Расчет валов на жесткость. Допускаемые углы наклона упругой линии и прогибы.

## 2.6 Подшипники

### *Подшипники скольжения*

Общие сведения. Основные типы и параметры подшипников скольжения. Условия работы и виды разрушения подшипников скольжения. Подшипниковые материалы.

Режимы трения и критерии расчета. Основы теории жидкостного трения. Распределение давления в смазочном слое. Расчет подшипников при условии жидкостного трения. Тепловой расчет подшипников. Подвод смазки в подшипниках. Практический расчет подшипников, работающих в условиях смешанного трения.

Конструкции подшипников скольжения. Регулирование зазора. Сегментные подшипники. Подшипники с газовой смазкой. Гидростатические подшипники, расчет и конструкции. Конструкции подпятников скольжения.

### *Подшипники качения*

Классификация подшипников качения. Система условных обозначений. Точность подшипников. Выбор типов подшипников в зависимости от условий работы. Материалы тел качения и сепараторов. Потери на трение в подшипниках.

Условия работы подшипника качения, влияющие на его работоспособность. Распределение нагрузки между телами качения, контактные напряжения в деталях подшипника. Кинематика и динамика подшипника.

Выбор подшипников по динамической грузоподъемности. Эквивалентная динамическая нагрузка. Особенности расчета нагрузки радиально-упорных подшипников. Проверка и подбор подшипников по статической грузоподъемности.

Максимальные скорости вращения подшипников. Выбор быстроходных подшипников качения.

Посадки подшипников. Выбор предварительного натяга в подшипниках. Смазка подшипников.

Направляющие прямолинейного движения. Назначение и области применения. Направляющие скольжения. Направляющие качения. Общие основания расчета.

## 2.7 Муфты для соединения валов

Назначение и классификация муфт.

Глухие муфты: втулочные и фланцевые. Конструкции и схемы расчета.

Жесткие компенсирующие и подвижные муфты: зубчатые, крестовые и шарнирные.

Упругие муфты. Работа упругих муфт при действии переменных и ударных моментов. Упругие муфты с резиновыми и пластмассовыми упругими элементами.

Сцепные управляемые муфты. Жесткие сцепные муфты: кулачковые и зубчатые. Форма зубьев. Включение и выключение муфт. Синхронизаторы.

Муфты трения. Классификация. Самоуправляемые сцепные муфты. Предохранительные муфты со срезными штифтами, пружинно-кулачковые и фрикционные. Особенность конструкций и расчет.

Обгонные муфты, конструкция и расчет. Центробежные муфты. Электромагнитные фрикционные и порошковые муфты, электромагнитные муфты скольжения и гидравлические муфты: области применения.

Динамика привода с упругой муфтой. Явление резонанса. Методы отстройки от резонанса с помощью упругой муфты.

Пружины.

## 2.8 Системы приводов

Классификация приводов. Электрические, гидравлические, пневматические и смешанные приводы. Основные характеристики и области применения.

### *Системы гидроприводов*

Структурные и принципиальные схемы объемных гидроприводов, гидродинамических передач, следящих и электрогидроприводов. Сравнительная оценка. Область применения систем гидроприводов.

Объемные гидравлические машины. Их классификация, конструктивные схемы. Особенности кинематики аксиально-поршневых карданных и бескарданных, поршневых многократного действия, шиберных, шестеренных, коловратных, планетарно-роторных гидромашин. Области применения. Особенности конструкций узлов распределения рабочей жидкости в гидромашинах. Индикаторные диаграммы гидромашин. Пути совершенствования рабочих процессов в гидромашинах. Борьба с шумом. Определение потерь в гидромашинах. Узлы с гидростатической разгрузкой и гидростатические подшипники в гидромашинах. Силы, действующие в объемных гидромашинах. Статические и динамические характеристики. Методы проектирования.

Гидродинамические передачи. Основные схемы систем с гидродинамическими передачами. Область применения.

Гидромуфты. Нагружающие и энергетические свойства гидромуфт. Работа гидромуфты в приводе с различными типами двигателей. Предохранительные гидромуфты, их статические и динамические характеристики. Гидромуфты с наклонными лопатками, особенности их применения. Внешние статические и динамические характеристики. Перспективы усовершенствования конструкций и внешних характеристик гидромуфт.



### *Системы пневмоприводов*

Классификация и области применения приводов.

Основные характеристики процесса сжатия воздуха. Понятие давления, влажности, состава газообразного рабочего тела.

Типы пневматических исполнительных устройств поступательного и вращательного движения. Поршневые, мембранные, шланговые, сильфонные, роторные приводы, пневматический «мускул».

### *Системы электроприводов*

Назначение и области применения электропривода. Обобщенная функциональная схема электропривода.

Механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей постоянного тока.

Механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей переменного тока.

Автоматические системы управления электроприводами. Автоматические системы управления электроприводами постоянного тока. Автоматические системы управления электроприводами переменного тока. Автоматические системы стабилизации скорости электроприводов. Следящие электроприводы. Позиционные электроприводы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

1. Детали машин. Учебник для вузов/ Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др./ Под ред. О.А. Ряховского. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2002.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. 7-е изд. М.: Высш. Шк., 2001.
3. Решетов Д.Н. Детали машин. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1989.

### **Дополнительная литература**

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 8-е в 3-х тт. М.: Машиностроение, 1999.
2. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. М.: 1990
3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчеты на прочность деталей машин. М.: Машиностроение, 1993.
4. Иванов М.Н. Волновые зубчатые передачи. М.: Высш. Шк., 1981.
5. Иванов В.М. Детали машин. – 7-е изд. М.: Высш. Шк., 2000.
6. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. М.: 1991.

7. Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение, 1995. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка. Т. 4/ Под общ. Ред. Д.Н. Решетова.
8. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. М.: 1990.
9. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. В 2х кн. М.: Машиностроение, 1988.
10. Подшипниковые узлы современных машин и приборов: Энциклопедический справочник / В.Б. Носов, И.М. Карпухин, Н.Н. Федотов и др. М.: Машиностроение, 1997.
11. Расчет деталей машин на ЭВМ. Под. Ред. Решетова Д.Н. и Шувалова С.А. М.: Высшая школа, 1985.
12. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. М.: Высшая школа, 1988.
13. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. Л.: Политехника, 1991.
14. Гренко Л.П., Исаев Ю.М. Гидродинамические и гидрообъемные передачи в трансмиссиях транспортных средств. СПб, 2000.
15. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Энергия, 1992.
16. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов: Учеб. М.: Машиностроение, 1991.
17. Объемные гидромеханические передачи: Расчет и конструирование / О.М. Бабаев, Л.Н. Игнатъев, Е.С. Кисточкин и др. / Под ред. Е.С. Кисточкина. Л.: Машиностроение, 1987.
18. Проектирование гидравлических систем машин. Учебн. Пособие./ Г.М. Иванов, С.Е. Ермаков, Б.Л. Коробочкин и др./ Под ред. Г.М. Иванова. М.: Машиностроение, 1992.
19. Свешников В.К. Станочные гидроприводы. Справочник. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1995.
20. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. М.: Недра, 1991.
21. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам /Под ред. Некрасова Б.Б. Минск.: Машиностроение, 1985.
22. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. - СПб.: Энергоатомиздат, 2000 - 495 с.