

Принято на заседании
Ученого совета ГИ
протокол № 6-25 от 25.09.2025 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Москва 2025

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Содержание разделов	4
Раздел 1. Проектирование механизмов	4
Раздел 2. Детали машин	4
Раздел 3. Технология конструкционных материалов	7
Раздел 4. Материаловедение	11
3. Рекомендуемая литература	15

1. Пояснительная записка

Цель вступительного испытания «Технологические машины в горном деле и урбанистике» – оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания

Минимальное количество баллов по результатам вступительного испытания, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов по всем условиям поступления.

Вступительное испытание по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование проводится в виде письменного экзамена.

Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

Экзаменационный билет содержит 5 вопросов.

Система оценивания письменного вступительного испытания:

1 вопрос – 5 баллов;

2 вопрос – 10 баллов;

3 вопрос – 20 баллов;

4 вопрос – 30 баллов;

5 вопрос – 35 баллов.

В случае правильного ответа, поступающий получает количество баллов, соответствующее номеру вопроса, при неполном ответе или при наличии ошибок балл снижается.

Продолжительность вступительного испытания составляет 2 часа (120 минут).

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, непрограммируемый калькулятор.

2. Содержание разделов

Раздел 1. Проектирование механизмов

1.1. Механизмы приводов машин. Основные понятия и определения.

Строение и классификация зубчатых механизмов. Кинематические схемы зубчатых механизмов приводов и распределение передаточных отношений между ступенями.

1.2. Цилиндрическая зубчатая передача. Передачи внешнего и внутреннего зацепления.. Реечное станочное зацепление.

1.3. Коническая зубчатая передача.

1.4. Кулакковые механизмы.

Раздел 2. Детали машин

2.1. Критерии работоспособности и расчета деталей машин.

Надежность машин. Стандартизация. Машиностроительные материалы. Пути экономии материалов при конструировании. Технологичность конструкции. Точность. Взаимозаменяемость. Конструирование. Оптимизация. Сопряжение деталей машин и контактные напряжения.

2.2. Резьбовые соединения. Основные типы и параметры резьб.

Материалы классы прочности резьбовых деталей, допускаемые напряжения. Момент завинчивания. Стопорение резьбовых соединений. Распределение силы между витками резьбы. Распределение силы между витками резьбы. Прочность винтов при постоянных нагрузках. Расчет групповых резьбовых соединений. Расчет винтов при переменной нагрузке. Способы повышения несущей способности резьбовых соединений.

2.3. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Сварные соединения стыковыми швами. Сварные соединения угловыми швами. Швы

контактной сварки. Допускаемые напряжения сварных соединений. Расчет сварных соединений при переменном нагружении. Соединения деталей с натягом. Соединения шпоночные и шлицевые. Соединения конусные, коническими стяжными кольцами и клеммовые.

2.4. Фрикционные передачи и вариаторы. Общие вопросы конструирования. Расчет фрикционных передач. Передачи с постоянным передаточным отношением. Передачи с переменным передаточным отношением. Схемы расчетов вариаторов и основные направления развития их конструкций.

2.5. Зубчатые передачи. Цилиндрические зубчатые передачи. Краткие сведения по геометрии и кинематике. Параметры передач. Конструкция зубчатых колес. Точность зубчатых передач. Силы в зацеплении цилиндрических передач. Материалы. Термическая и химико-термическая обработка. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Расчетная нагрузка. Расчет зубьев цилиндрических передач на контактную прочность. Расчет зубьев цилиндрических передач на прочность при изгибе. Допускаемые напряжения.

2.6. Цилиндрические передачи с зацеплением Новикова. Конические зубчатые передачи. КПД зубчатых передач. Планетарные передачи. Волновые зубчатые передачи.

2.7. Червячные передачи. Типы червяков. Критерии работоспособности червячных передач. Материалы червяка и червячного колеса. Основные параметры, геометрия червячных передач. Скольжение в червячной передаче, КПД передачи. Силы, действующие в зацеплении. Расчетная нагрузка. Коэффициент нагрузки. Допускаемые напряжения. Расчет червячной передачи по контактным напряжениям. Расчет червячной

передачи по напряжениям изгиба зуба колеса. Тепловой расчет и охлаждение передач.

2.8. Цепные передачи. Типы цепей. Критерии работоспособности цепных передач. Материалы и термическая обработка деталей цепей. Основные параметры цепных передач. Расчет цепных передач. Силы, действующие в ветвях передачи. Переменность скорости движения цепи. Передача винт-гайка

2.9. Ременные передачи. Классификация передач. Конструкция и материалы ремней. Основные геометрические соотношения. Взаимодействие ремня со шкивами, критерии расчета ременных передач. Кинематика ременных передач. Силы и напряжения в ремне. Расчет ременной передачи по тяговой способности, КПД передачи. Расчет долговечности ремня. Расчет плоскоременных передач. Силы, действующие на валы передачи. Зубчато-ременная передача.

2.10 Валы и оси. Конструкции и материалы. Расчеты валов и осей на прочность. Расчеты валов и осей на жесткость. Расчеты валов на виброустойчивость.

2.11. Подшипники качения. Критерии работоспособности. Распределение нагрузки между телами качения. Статическая грузоподъемность подшипника. Кинематика подшипников качения. Расчетный ресурс подшипников качения. Зазоры и предварительные натяги в подшипниках качения. Минимальные осевые силы в радиально-упорных подшипниках. Расчеты сдвоенных подшипников. Расчетный ресурс при повышенной надежности. Расчет эквивалентной динамической нагрузки при переменных режимах нагружения. Быстроходность подшипников. Трение в подшипниках. Посадки подшипников. Смазывание подшипников и

технический уход. Основные направления в конструировании и расчетах опор качения.

2.12. Подшипники скольжения. Характер и причины выхода из строя подшипников скольжения. Подшипниковые материалы. Критерии работоспособности подшипников. Условные расчеты подшипников. Несущая способность масляного слоя при жидкостной смазке. Трение в подшипниках скольжения. Тепловой расчет подшипника. Расчет подшипников скольжения. Гидростатические подшипники. Подшипники с газовой смазкой. Под пятники. Магнитные подшипники.

2.13. Муфты приводов. Назначение муфт, применяемых в машинах. Муфты, постоянно соединяющие валы. Муфты сцепные управляемые. Муфты сцепные самоуправляемые.

Раздел 3. Технология конструкционных материалов

3.1. Конструкционные материалы технологических машин и оборудования

3.1.1 Современное металлургическое производство. Состав оборудования доменного цеха. Производство чугуна. Продукты доменной плавки.

3.1.2. Производство стали. Основные способы производства стали: в кислородных конвертерах, в мартеновских электродуговых и индукционных печах.

3.1.3. Внепечная обработка стали.

3.1.4. Производство цветных металлов: меди, алюминия, титана.

3.1.5. Заготовительное производство. Выбор метода и способа получения заготовки.

3.1.6. Основы литейного производства. Модельный комплект.

Формовочные и стрежневые смеси.

3.1.7. Технология изготовления литейных форм и стержней.

3.1.8. Получение жидкого металла и отливок. Специальные способы литья.

3.1.9. Физико-механические основы процессов обработки металлов давлением.

3.1.10. Процессы прокатки. Общие сведения о процессе.

3.1.11. Устройство и классификация прокатных станов.

3.1.12. Основы технологии прокатного производства. Специальные процессы прокатки.

3.1.13. Процессы прессования. Основы технологии прессования. Специальные способы прессования.

3.1.14. Процессы волочения. Основы технологии волочения.

Специальные способы волочения.

3.1.15. Основы технологии ковки, горячей объемной штамповки.

3.1.16. Холодная штамповка.

3.1.17. Физические основы и классификация способов сварки.

3.1.18. Дуговая сварка. Сущность процесса. Основы теории электрической дуги.

3.1.19. Газовая и плазменная сварка и резка. Термомеханический и механический способы сварки.

3.1.20. Физико-химические основы резания. Кинематические и геометрические параметры процесса резания.

3.1.21. Обработка поверхностей деталей лезвийным инструментом.

Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом.

3.1.22. Общие сведения о металлорежущих станках. Способы резания: точение, сверление, протягивание.

3.1.23. Способы резания: фрезерование, шлифование.

3.1.24. Методы финишной обработки: хонингование, суперфиниширование, полирование.

3.1.25. Основы порошковой металлургии. Методы получения порошков. Предварительная обработка порошков перед деформированием. Формование порошков. Спекание и его разновидности.

3.1.26. Неметаллические материалы. Полимеры. Молекулярная структура полимеров. Термопластичные и термопротивные пластмассы. Резиновые смеси. Формообразование деталей из резины.

3.1.27. Понятие о наноматериалах. Основная классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки.

3.2. Свойства горных пород и методы их определения

3.2.1 Механические свойства горных пород. Классификация свойств и их значение для оценки устойчивости подземных сооружений.

3.2.2 Методы определения предела прочности горных пород на одноосное сжатие в образцах: схемы испытаний, применяемое оборудование, требования к подготовке образцов.

3.2.3 Методы определения предела прочности горных пород на растяжение в образцах: схемы испытаний (бразильский метод, испытания на раскалывание), оборудование, требования к образцам.

3.2.4 Методы определения трещиностойкости горных пород: схемы испытаний, оборудование, требования к образцам (форма, наличие искусственной трещины).

3.2.5 Методы определения предела прочности горных пород на сжатие в массиве (натурные испытания): схемы испытаний, оборудование, требования к участкам массива.

3.2.6 Методы определения деформационных характеристик горных пород. Определение модуля деформации и модуля Юнга.

3.2.7 Методы определения коэффициента Пуассона на образцах горных пород: схемы испытаний, оборудование, требования к образцам.

3.2.8 Методы определения твердости горных пород: существующие шкалы и методы (по Моосу, метод вдавливания), схемы испытаний, оборудование, требования к состоянию поверхности образца.

3.2.9 Анизотропия механических свойств горных пород. Влияние слоистости и трещиноватости на прочность и деформируемость.

3.2.10 Влияние влажности на прочностные и деформационные характеристики горных пород.

3.2.11 Реологические свойства горных пород. Ползучесть и релаксация напряжений, методы их изучения.

3.2.12 Методы подготовки поверхности горных пород к проведению геомеханических испытаний: применяемое оборудование, требования к образцам и расходным материалам.

3.2.13 Статистическая обработка результатов определения прочностных и деформационных свойств горных пород.

3.2.14 Связь между различными прочностными характеристиками горных пород (между прочностью на сжатие и растяжение).

3.2.15 Критерии прочности горных пород и их применение в расчетах устойчивости.

3.2.16 Классификация горных пород по крепости.

3.2.17 Современное оборудование и тенденции в лабораторных геомеханических исследований свойств горных пород.

Раздел 4. Материаловедение

4.1 Материаловедение технологических машин и оборудования

4.1.1. Основы строения и свойства материалов. Кристаллические и аморфные тела. Кристаллическое строение металлов. Основные типы кристаллических решеток. Кристаллографические направления и плоскости. Анизотропия в кристаллах. Дислокационная структура и прочность металлов. Дефекты кристаллического строения. Дислокационный механизм упругопластической деформации. Наклеп металла.

4.1.2. Механические свойства материалов и методы их определения. Общие понятия о нагрузках, деформациях и разрушении материалов. Механические свойства и классификация механических испытаний материалов. Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Методы определения твердости материалов. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении.

4.1.3. Основы теории сплавов. Понятия о металлических сплавах. Типы фаз в сплавах. Диаграммы состояния сплавов и характер изменения свойств в зависимости от состава сплава. Методы исследования строения металлов и сплавов.

4.1.4. Сплавы на основе железа. Диаграмма состояния «железо-цементит». Классификация углеродистых сталей. Маркировка сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные

стали. Чугуны: классификация, строение, свойства, маркировка, область применения.

4.1.5. Основы термической обработки и поверхностного упрочнения сплавов. Термическая обработка стали. Превращения в стали при равновесном нагреве и охлаждении. Диаграммы изотермических превращений аустенита. Мартенситное превращение. Превращения аустенита при непрерывном превращении. Основные виды термической обработки стали – отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Термомеханическая обработка стали: основные виды и области применения. Термообработка сплавов с переменной растворимостью компонентов. Химико-термическая обработка стали: сущность процессов и основные виды. Цементация, нитроцементация, азотирование стали. Поверхностная закалка стали.

4.1.6. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей. Цементуемые легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Высокопрочные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкая высокомарганцевая аустенитная сталь. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали. Жаростойкие и жаропрочные стали.

4.1.7. Цветные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы: классификация, маркировка, особенности термообработки. Титан и его сплавы: классификация, маркировка, область применения. Медь и ее сплавы. Латуни литейные и деформируемые. Маркировка, свойства, применяемая термообработка. Бронзы литейные и деформируемые. Маркировка, свойства, применяемая термообработка. Жаростойкие и жаропрочные никелевые сплавы. Подшипниковые сплавы.

4.1.8. Неметаллические материалы. Полимеры. Молекулярная структура полимеров. Термомеханические свойства полимеров. Пластмассы. Термопластичные пластмассы. Полярные пластмассы. Термопрессивные пластмассы. Пластмассы с порошковыми наполнителями. Газонаполненные пластмассы. Резины. Технология приготовления резиновых смесей и формообразование деталей из резины. Клеи, их состав и классификация. Формирование клеевого соединения. Конструкционные клеи.

4.1.9. Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нульмерными наполнителями. Композиционные материалы с алюминиевой матрицей. Композиционные материалы с никелевой матрицей. Композиционные материалы с одномерными наполнителями. Получение композиционных материалов на металлической основе (алюминиевой и никелевой), армированных волокнами. Композиционные материалы на неметаллической основе. Свойства композиционных материалов с полимерной матрицей. Обработка и соединение композиционных материалов.

4.2 Материаловедение геомеханических элементов обеспечения устойчивости массивов пород

4.2.1. Способы подготовки поверхности горных пород к проведению геомеханических испытаний: применяемое оборудование для резки, шлифовки и полировки, требования к образцам по шероховатости и параллельности граней, виды и характеристики расходных материалов (абразивные диски, алмазные коронки, полирующие пасты).

4.2.2. Конструкционные материалы для тампонажных работ: типы тампонажных смесей (цементные, бентонитовые, полимерные, силикатные)

для изоляции водопритоков в скважинах и подземных сооружениях, их состав, реологические свойства, сроки схватывания и область применения в зависимости от горно-геологических условий.

4.2.3. Применение торкрет-бетона для обделки тоннелей: требования к материалам (цементы, заполнители, ускорители схватывания, фибровое армирование), сухая и мокрая техника строительства, достоинства и недостатки.

4.2.4. Применение бетона при строительстве подземных сооружений в агрессивных гидрогеологических условиях: специальные свойства бетонов (коррозионная стойкость, водонепроницаемость, сульфатостойкость), техника строительства (применение защитных мембран, особые технологии бетонирования), достоинства и недостатки.

4.2.5. Геосинтетические материалы, применяемые в геотехнологии: типы (геотекстиль, георешетки, геомембранны, геосетки), области применения (укрепление откосов, дренаж, разделение слоев, защита гидроизоляции), преимущества и недостатки.

4.2.6. Материалы, применяемые для изготовления анкерной распорно-клиновой крепи: конструкции анкеров (стальные, стеклопластиковые), требования к материалам (прочность, коррозионная стойкость), схемы монтажа (последовательность операций, применяемое оборудование для бурения шпуров, установки и натяжения анкеров), области применения в зависимости от типа горных пород и срока службы выработки.

3. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1а. Теория механизмов и механика машин: Учебник для вузов / К.В.Фролов, С.А.Попов, А.К. Мусатов и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.

2а. Детали машин: учебник для вузов / Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др. Под ред. О.А. Ряховского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.

3а. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов, 6-е издание исправленное и дополненное. А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.- М.: Машиностроение, 2005-592 с.

4а. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов высших учебных заведений. В.Б. Арзамасов, О.Н. Волчков, В.А. Головин и др. под редакцией В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина – М. Издательский центр, «Академия», 2007-448 с.

5а. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: учебник для вузов/ Машиностроение, 1990. – 528 с.

6а. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. - М.: Недра, 1990. - 216 с.

7а. Шведов И.М. Физика горных пород: механические свойства горных пород. Курс лекций. - М.: НИТУ МИСиС, 2019. - 122 с.

8а. Баклашов И.В. Геомеханика. Том 1. Основы геомеханики. - М.: Горная книга, 2004. - 224 с.

9а. Протодьяконов М.М. (ред.). Свойства горных пород и методы их определения. - М.: Недра, 1964. - 240 с.

10а. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. - М.: Недра, 1978. - 390 с.

11а. Минчукова М.Е. Геосинтетические материалы: получение, свойства, применение. - Минск: БНТУ, 2006. - 126 с.

12а. Брукс Г., Линдер Р., Руфферт Г. Торкрет-бетон, торкрет-цемент, торкрет-штукатурка. - М.: Стройиздат, 1985. - 209 с.

13а. Дауров М.А., Лидер В.А., Петров А.И., Рыжевский М.Е., Широков А.П. Анкерная крепь. Справочник. - М.: Недра, 1987. - 192 с.

14а. Халиуллин В.Г. Теоретические основы тампонажа горных пород. - М.: Недра, 1975. - 176 с.

15а. Лесовик В.С., Федюк Р.С., Панарин И.И. Торкрет-бетоны и инъекционные растворы для комплексного ремонта подземных сооружений. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. - 150 с.

6) дополнительная литература

16. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов. - М.: Наука, 1984.

26. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. - М.: Машиностроение, 1993.

36. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1999.

46. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1989.

56. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. - М.: Машиностроение, 1988.

66. Конструирование машин: Справочно-методическое пособие: в 2-х томах. Под общ. Ред. К. Ф. Фролова. - М.: Машиностроение, 1994.

76. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие. Международный университет природы, общества и человека «Дубна». Филиал «Угреша». 2008, - 125 с.
86. Воздвиженский Б.И. Физико-механические свойства горных пород. - М.: Недра, 1970. - 208 с.
96. Певзнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика. - М.: МГГУ, 2008. - 416 с.
106. Макаров А.Б. Практическая геомеханика: пособие для горных инженеров. - М.: Горная книга, 2006. - 192 с.
116. Берон А.И., Койфман М.И., Чирков С.Е., Соломина И.А. Методика определения прочности горных пород на образцах полуправильной формы. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1961. - 48 с.
126. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение. - М.: Академия, 2008. - 320 с.
136. Васильев С.Д., Титов Н.В. Обоснование использования сталеполимерной анкерной крепи горных выработок для условий многолетней мерзлоты. - Якутск: СВФУ, 2020. - 128 с.
146. Гликин М. Руководство по применению торкрет-бетона при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций. - М.: НИИЖБ, 2007. - 120 с.