

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кубанский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

председатель приемной комиссии КубГТУ
врио ректора КубГТУ, профессор
_____ М.Г. Барышев

«30» октября 2021 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру
по направлению 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы
жизнеобеспечения

Раздел 1. Теоретическая механика

Предмет статики. Основные понятия. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Наиболее часто встречающиеся типы связей и определение их реакций. Момент силы относительно центра. Пара сил. Момент пары сил. Эквивалентность пар. Приведение системы сил к центру. Теорема Пуансо. Вычисление главного вектора и главного момента плоской системы сил. Плоская система сил. Частные случаи приведения. Три вида условий равновесия плоской системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Плоская система тел. Равновесие системы тел. Сосредоточенные и распределенные силы. Равнодействующая распределенной силы. Равновесие при наличии сил трения. Коэффициент трения. Угол и конус трения. Произвольная пространственная система сил. Условия равновесия. Момент силы относительно оси. Вычисление главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил. Частные случаи приведения произвольной пространственной системы сил. Центр тяжести твердого тела. Формула для определения его координат. Координаты центров тяжести однородных тел (центра тяжести объема, площади, линии). Центр тяжести дуги окружности, треугольника, кругового сектора. Способы определения положения центров тяжести тел. Предмет кинематики. Система отсчета. Задачи кинематики. Кинематика точки. Способы задания движения. Траектория точки. Кинематические характеристики движения точки. Векторный способ задания движения точки. Координатный способ задания движения точки. Естественный способ задания движения точки. Случай поступательного переносного движения в сложном движении точки. Поступательное движение твердого тела. Теорема о скоростях, ускорениях и траекториях точек твердого тела при поступательном движении. Вращательное движение твердого тела. Уравнение вращательного движения твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Скорость и ускорение точки тела при его вращении. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнение движения плоской фигуры. Понятие об МЦС. Определение скорости точки плоской фигуры с помощью МЦС. Понятие об МЦУ. Разложение движения плоской фигуры на поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса. Определение скорости

любой точки плоской фигуры методом полюса. Теорема о сложении скоростей точки в сложном движении. Сложное движение точки. Кинематические характеристики сложного движения точки. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры в плоском движении. Определение ускорения любой точки плоской фигуры методом полюса. Кориолисово ускорение, модуль и направление. Правило Жуковского. Теорема Кориолиса о сложении ускорений точки в сложном движении.

Динамика. Основные понятия и определения: масса, материальная точка, сила. Две основные задачи динамики материальной точки. Решение первой задачи динамики. Вторая задача динамики. Постоянные интегрирования, их определение по начальным ускорениям. Динамика относительного движения материальной точки. Дифференциальные уравнения относительно движения точки. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия из теоремы. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и конечной форме. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Теорема Штейнера-Гюйгенса-Эйлера о моментах инерции относительно параллельных осей. Примеры вычисления моментов инерции в простейших случаях. Осевые моменты инерции твердого тела. Элементарная работа силы и ее аналитическое выражение. Работа силы на конечном пути. Работа равнодействующей. Мощность. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки. Кинетическая энергия материальной точки и системы. Теорема Кёнига. Кинетическая энергия твердого тела в различных случаях его движения. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Идеальные связи. Обобщенные силы. Вычисление обобщенных сил. Приведение сил инерции к центру. Главный вектор и Главный момент сил инерции. Принцип Д'Аламбера (метод кинестатики для материальной точки). Идеальные связи. Обобщенные силы. Вычисление Обобщенных сил. Связи и их уравнения. Классификация связей. Обобщенные координаты. Возможные перемещения. Принцип возможных перемещений. Связь между возможными и действительными перемещениями. Выражения возможных перемещений системы с голономными связями в обобщенных координатах. Обобщенные координаты. Число степеней свободы. Возможные или виртуальные перемещения точки и системы. Обобщенные силы и способы их вычисления. Возможная работа силы. Идеальные и неидеальные связи. Обобщенные силы и способы их вычисления. Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Основные свойства силовой функции. Потенциальное силовое поле. Потенциальная функция. Поверхность равного потенциала. Работа силы в потенциальном поле. Общее уравнение динамики. Общее уравнение динамики в обобщенных координатах. Понятие об устойчивости механической системы. Теорема Лангранжа-Дирихле. Уравнение Лагранжа II рода. Ударная сила и ударный импульс. Коэффициент восстановления при ударе. Удар тела о неподвижную поверхность. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе (Теорема Карно) Колебания в природе. Классификация механических колебаний. Свободные колебания материальной точки. Уравнение свободных колебаний и его исследование. Вынужденные колебания точки без учёта сил сопротивления. Исследование дифференциального уравнения движения. Резонанс Вынужденные колебания механической системы с учетом сил сопротивления.

Раздел 2. Детали машин

Общие сведения о деталях машин. Основные требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям. Основные критерии работоспособности деталей машин: объемная и поверхностная прочность, износостойкость, жесткость, теплостойкость, виброустойчивость. Понятие о надежности машиностроительных изделий: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Пути повышения надежности на стадии проектирования.

Передачи механической энергии. Классификация передач механической энергии, основные кинематические и энергетические соотношения. Режимы нагружения зубчатых передач, расчетные нагрузки. Критерии работоспособности зубчатых передач. Материалы и допускаемые напряжения. Цилиндрическая прямозубая передача: основные параметры, геометрия, усилия в зацеплении. Проверочные и проектные расчеты прямозубых цилиндрических передач на изгибную и контактную прочность зубьев. Расчетная схема нагружения валов передачи. Косозубая цилиндрическая передача: основные параметры, геометрия, усилия в зацеплении, особенности проверочных и проектных расчетов в сравнении с прямозубой цилиндрической передачей. Конические зубчатые передачи: основные параметры, геометрия, усилия в зацеплении, проверочные и проектные расчеты. Регулировка зацепления. Расчетные схемы нагружения валов передачи. Передачи между перекрещивающимися осями валов: винтовые, гипоидные, червячные. Схемы, основные параметры, области применения, достоинства и недостатки. Червячная передача с цилиндрическим червяком: геометрия, усилия в зацеплении, расчетные нагрузки, проектные и проверочные расчеты. Коэффициент полезного действия и пути его увеличения, тепловой расчет червячной передачи, способы обеспечения теплостойкости передачи. Типовые конструкции червячных колес и червяков. Фрикционные передачи и вариаторы: типовые схемы, определение усилия прижатия катков и их ширины, проектные и проверочные расчеты. Место фрикционной передачи и вариатора в многоступенчатом приводе. Ременная передача: типовые схемы, типы ремней, конструкции шкивов, способы создания предварительного натяжения ремней, усилия в ветвях передачи, нагрузочная способность. Проектный расчет ременных передач, напряжения в ремне, проверка на долговечность и пути ее увеличения на стадии проектирования. Цепные передачи: типовые схемы, конструкция роликовых цепей, приводные звездочки, критерии работоспособности, нагрузочная способность, проектный и проверочные расчеты

Детали, обеспечивающие вращательное движение. Классификация валов. Проектный расчет и принципы конструирования валов, проверочные расчеты валов на усталостную и статическую прочность, расчет на жесткость. Проектный расчет, конструирование и проверочные расчеты оси на усталостную и статическую прочность. Подшипники качения: конструкция, классификация, виды отказов, критерии работоспособности, выбор типоразмера, проверочные расчеты на динамическую грузоподъемность. Варианты конструктивного исполнения опор на подшипниках качения. Типовые схемы установки валов и осей на опоры. Способы регулировки осевой игры подшипников. Подшипники скольжения: области применения, классификация, требования к материалам, режимы трения, проектные и проверочные расчеты.

Разъемные и неразъемные соединения. Шпоночные соединения: назначение, классификация, технологические методы формообразования пазов на валах и во втулках, выбор и проверочные расчеты. Зубчатые (шлицевые) соединения: классификация,

методы формообразования, выбор и проверочные расчеты. Соединения с гарантированным натягом: способы образования, определение требуемого усилия прессования, расчет нагрузочной способности. Соединения посадкой на конус и соединения коническими кольцами: варианты конструктивного исполнения, нагрузочная способность и проверочные расчеты. Резьбовые соединения: классификация, геометрические параметры, технологические методы изготовления крепежных изделий, силовые соотношения, самоторможение в резьбе, принципы стопорения, проверка резьбы на прочность, методы контроля затяжки резьбовых соединений. Проектные и проверочные расчеты типовых резьбовых соединений для различных схем нагружения. Сварные и заклепочные соединения: виды швов, проектные и проверочные расчеты. Нагрузочная способность клеевых соединений

Муфты приводов. Типовые погрешности взаимного расположения соединяемых валов. Назначение и классификация муфт.

Раздел 3. Системы автоматизированного проектирования

Основные этапы и цикл комплексного проектирования. Блочный-иерархический подход к проектированию. Общие сведения о проектировании технических объектов. Задачи и методы проектирования. Принципы построения и составные части САПР. Анализ технологической системы пищевых производств и постановка задачи на проектирование. Состав, организация и режимы работы технических средств. Технические средства систем автоматизированного проектирования. Основы машинной графики. Структура специализированных программных модулей в системе AutoCAD. Генерация возможных вариантов решения задачи. Классификация языков. Лингвистическое обеспечение систем автоматизированного проектирования. Управление базами данных. Диалоговые языки. Языки разработки приложений. Оформление этапа анализ задачи (оценка характеристик систем «вход» и «выход», определение и анализ ограничений решения). Математические модели объектов.

Общие сведения математических объектов. Математические модели на микроуровне. Компонентные и топологические уравнения на макроуровне. Формальное представление структуры на макроуровне. Методы получения математических моделей на макроуровне. Математические модели на метеоуровне.

Разработка комплексной модели качества: выбор оптимального варианта (определение весовых коэффициентов критериев модели качества, разработка матрицы решения задачи, определение количественных значений показателей качества). Задачи анализа и методы их решения в системах автоматизированного. Особенности математических моделей объектов проектирования, влияющие на выбор методов. Методы анализа статических состояний. Методы анализа переходных процессов. Повышение эффективности алгоритмов одновариантного анализа. Особенности анализа многопериодных объектов. Анализ распределенных математических моделей. Статический анализ. Анализ чувствительности.

Применение пакета программ «Проектирование деталей машин» для решения задачи с помощью персональных ЭВМ, автоматизированное проектирование оптимального варианта. Оптимизация технических объектов в системах проектирования. Основные определения. Способы постановки задач параметрической оптимизации. Общие сведения

о методах поиска экстремума. Методы оптимизации для задач проектирования. Программное и информационное обеспечение систем автоматизированного проектирования. Общее программное обеспечение. Специальное программное обеспечение. Информационное обеспечение

Раздел 4. Теоретические основы холодильной техники

Общие принципы получения низких температур, превращение энергии в процессах достижения низких температур. Законы термодинамики и их применение к низкотемпературным системам. Идеальный и реальный газы. Виды уравнений состояния. Термодинамические и теплофизические свойства газов и их смесей. Тепловые диаграммы и таблицы термодинамических свойств. Анализ процессов с помощью тепловых диаграмм. Свойства влажного воздуха. Влагосодержание, относительная и абсолютная влажность. Процессы получения низких температур в термомеханических системах: дросселирование, изоэнтальпное расширение, выхлоп, расширение газа в вихревой трубе. Процессы получения низких температур с рабочими веществами в твердом состоянии: термоэлектрическое охлаждение, адиабатное размагничивание, десорбционное охлаждение. Энергетические характеристики охлаждающих систем (удельная холодопроизводительность, коэффициент ожежения, удельная работа, холодильный коэффициент, коэффициент удельных затрат мощности). Степень термодинамического совершенства реальных систем. Кинетические коэффициенты – теплопроводность, вязкость, диффузия. Методы определения этих величин, характер изменения их при низких температурах.

Раздел 5. Холодильные машины и холодильные установки

Основные этапы в истории развития мировой и отечественной холодильной техники. Способы получения умеренно низких температур (до 120 К). Типы холодильных установок (парокомпрессионные, парожетторные, газовые, абсорбционные, термоэлектрические и др.), принципы их действия. Теоретический цикл парокомпрессионной холодильной машины. Сравнение парокомпрессионного цикла с обратным циклом Карно. Действительный цикл парокомпрессионной холодильной машины. Производство энтропии и степень термодинамического совершенства действительного цикла. Удельные величины холодопроизводительности и работы. Циклы многоступенчатых и каскадных холодильных установок. Причины применения сложных циклов. Варианты многоступенчатых циклов и их сравнительные характеристики. Теоретические и действительные циклы воздушных холодильных машин. «Русский» (вакуумный) цикл – Мартыновского, Туманского, Дубинского. Основы расчета циклов воздушных холодильных машин, области применения машин и пути их совершенствования. Схемы и циклы теплоиспользующих холодильных установок: абсорбционных и парожетторных. Отображение рабочих процессов в тепловых диаграммах. Циклы тепловых насосов, оценка их эффективности. Источники теплоты низкого потенциала. Области применения тепловых насосов. Термотрансформаторы. Рабочие вещества парокомпрессионных холодильных машин, их классификация. Теплофизические свойства и эксплуатационные характеристики однокомпонентных рабочих веществ. Показатели «озонной» и «парниковой» опасности (ODP и GWP). Смазка холодильных компрессоров. Типы масел. Азеотропные и неазеотропные смеси. Их

свойства и области применения. Основные преимущества и недостатки холодильных установок, использующих неазеотропные смеси. Объемные компрессоры: поршневые, винтовые, спиральные и ротационные. Принцип действия, основные характеристики, области применения и пути совершенствования. Идеальная и действительная индикаторные диаграммы поршневого компрессора. Коэффициент подачи. Математические модели действительных процессов и оценка эффективности объемных компрессоров. Характеристики объемных компрессоров. Центробежные компрессоры, их принцип действия, основные характеристики, области применения и пути совершенствования. Процессы в элементах центробежного компрессора. Уравнения удельной работы и степени повышения давления в ступени, производство энтропии в ступени. Основы расчета. Процессы теплоотдачи при кипении жидкостей в свободном объеме и внутри труб. Влияние примесей масла на теплоотдачу при кипении. Процессы теплоотдачи при конденсации на свободной поверхности, внутри труб. Влияние неконденсирующихся примесей на интенсивность теплоотдачи. Типы испарителей – кожухотрубные, затопленные и с кипением внутри труб, панельные, оросительные. Физическая картина процессов в испарительных аппаратах разных типов. Основы расчета испарителей, пути их совершенствования. Типы конденсаторов – кожухотрубные, оросительные и испарительные, с воздушным охлаждением. Особенности теплофизических процессов в конденсаторах. Теплоотдача к окружающей среде – воде или воздуху. Проблема сокращения расхода охлаждающей воды. Автоматизация работы холодильных и компрессорных машин и установок. Приборы и системы автоматики для регулирования и защиты холодильных и компрессорных машин и установок. Применение микропроцессорной техники для программного регулирования. Экологическая и эксплуатационная безопасность.

Основная литература

Раздел 1:

1. Цивильский, В. Л. Теоретическая механика: Учебник / Цивильский В.Л., - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва :КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с.:. - ISBN 978-5-906923-71-4. - Текст : электронный. Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=328618>

Раздел 2:

1. Гуревич, Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Том 1. Исходные положения. Соединения деталей машин. Детали передач / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 240 с. - ISBN 978-5-906923-29-5. - Текст : электронный. - Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=352073>

Раздел 3:

1. Безъязычный, В. Ф. Основы технологии машиностроения : учебник / В. Ф. Безъязычный. — 3-е изд., исправл. — Москва : Машиностроение, 2020. — 568 с. — ISBN 978-5-907104-27-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151069> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Раздел 4:

1. Криогенные системы. Т. 1-2: Учебник / А.М. Архаров, И.В. Марфенина, Е.И. Микулин и др. - М.: Машиностроение, 2009.
2. Справочник по физико-техническим основам криогеники / Под ред. М.П. Малкова М.: Колос. - 2012.

Раздел 5:

1. Холодильные машины: Учебник /Под ред. Л.С. Тимофеевского.- СПб.: Изд- во «Политехника», 2010.
2. Новотельнов В.Н., Суслов А.Д., Крузе А.С. Холодильные машины и тепловые насосы: Учебник.- СПб.: Изд-во «Политехника», 2009.
3. Быков А.В., Калнинь И.М., Крузе А.С. Холодильные машины и тепловые насосы.- М.: Колос, 2011.
4. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры Т.1.Учебное пособие. – М.: Колос, 2010.
5. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. Учебное пособие. – М.: Колос, 2009.

Дополнительная литература

Раздел 1:

1. Кирсанов, М. Н. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 430 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-16-010026-5. - Текст : электронный. - Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=282155>

Раздел 2:

1. Жуков, В. А. Механика. Основы расчёта и проектирования деталей машин : учебное пособие / В. А. Жуков, Ю. К. Михайлов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 349 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009218-8. - Текст : электронный. - Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=354843>

Раздел 3:

1. Балла, О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие для спо / О. М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-6754-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152465> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Раздел 4:

1. Вукалович М.П., Новиков И.М. Техническая термодинамика. – С.-Пб. Политехника, 2010.- 296 с.
2. Касаткин А.С. Курс электротехники: Учеб. Пособие для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцев. -10-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009.-542 с.
3. Гулиа Н.В. Детали машин: учебник для вузов / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков. СПб.: Лань, 2013. – 416 с.

Раздел 5:

1. Курьлев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки. – СПб.: Изд-во «Политехника». - 2010.

2. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. – СПб.: Изд-во «Политехника». 2008.
3. Неренков И.П. Основы автоматизированного проектирования.- Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 336 с.
4. Проектирование баз данных оборудования низкотемпературных систем. Под ред. Б.М. Азарова. –М.: Агропромиздат, 2012. – 463 с.

Директор ИМРИТТС



А.В. Гукасян

Председатель методической комиссии ИМРИТТС



М.П. Хомутов