


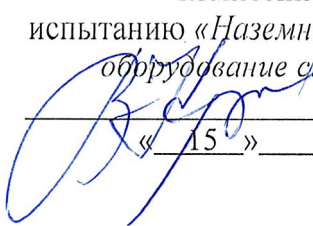
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

ПРИНЯТО:

на заседании Приемной комиссии
Протокол № 1 от «17» января 2024г.

Проректор по ОДиЦ, заместитель
председателя приемной комиссии

А.Е. Шашурин

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель экзаменационной
комиссии по вступительному
испытанию «Наземное технологическое
оборудование стартовых систем»

Р.В. Красильников
«15» января 2024г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для поступающих на обучение по образовательным программам высшего
образования – программам магистратуры
по направлению 24.04.01 – «Ракетные комплексы и космонавтика»
Магистерская программа – «Наземное технологическое оборудование
стартовых систем»

Санкт-Петербург
2024 г.

Содержание основных тем испытания

Раздел 1 Дисциплины, включенные в программу междисциплинарного экзамена

- 1.1 Гидросистемы и гидромашины.
- 1.2 Гидрооборудование стартовых комплексов.
- 1.3 Пусковые установки с наклонным стартом.
- 1.4 Агрегаты стартового оборудования.
- 1.5 Теория амортизации систем.
- 1.6 Строительная механика.
- 1.7 Газовые приводы стартовых комплексов.

Раздел 2 Содержание учебных дисциплин

2.1. Дисциплина «Гидросистемы и гидромашины»

1. Свойства жидкостей.
 - 1.1. Предмет гидравлики.
 - 1.2. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости.
 - 1.3. Основные свойства капельных жидкостей.
2. Гидростатика.
 - 2.1. Свойства гидростатического давления.
 - 2.2. Основное уравнение гидростатики.
 - 2.3. Пьезометрическая высота. Вакуум.
 - 2.6. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью.
3. Кинематика и динамика жидкости.
 - 3.1. Основные гидравлические элементы потока.
 - 3.2. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
 - 3.3. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. 3.4. Виды потерь полного напора.
 - 3.5. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач.
 - 3.6. Уравнение количества движения.
 - 3.6. Применение уравнения количества движения
4. Режимы течения жидкости в трубах.

- 4.1. Краткие сведения о режимах течения.
- 4.2. Основное уравнение равномерного движения жидкости.
- 4.3. Ламинарный режим течения в круглой трубе.
- 4.4. Кавитация.
- 4.5. Турбулентное течение каналах постоянного сечения.
- 4.6. Коэффициент гидравлических сопротивлений трения
5. Местные сопротивления.
- 5.1. Внезапное расширение канала.
- 5.2. Другие виды местных сопротивлений.
- 5.3. Местные сопротивления при ламинарном течении.
6. Гидравлический расчет трубопроводов.
- 6.1. Общие сведения.
- 6.2. Простой трубопровод постоянного сечения.
- 6.3. Соединение простых трубопроводов.
- 6.4. Сложные трубопроводы.
- 6.5. Трубопроводы с насосной подачей жидкости.
- 6.6. Построение напорной линии насосной установки

Основная литература

1. Гидравлика. Москва: Юрайт , 2019, эл. рес. А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. Гидравлика в машиностроении. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес
2. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г . Коваленко. . Гидравлика. Москва: Юрайт , 2019, эл. рес.
3. К. П. Моргунов. Гидравлика. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.

2.2. Дисциплина «Гидрооборудование стартовых комплексов»

1. Общие сведения о гидропередачах и гидроприводах.
- 1.1. Устройство и действие статических гидропередач.
- 1.2. Классификация статических гидропередач.
- 1.3. Особенности гидроприводов и области их применения.
- 1.4. Классификация насосов и гидромоторов

2. Насосы и гидравлические двигатели.
 - 2.1. Основные разновидности ротационно-поршневых машин.
3. Общие сведения об объемных гидромашинах.
 - 3.1. Производительность и расход. Подача. Коэффициент неравномерности подачи.
 - 3.2. Крутящий момент, мощность и к.п.д. гидромашин
4. Статические и динамические характеристики гидравлических машин и приводов.
 - 4.1. Общие сведения о параметрах и характеристиках гидропривода и его элементов. Определение характеристик машин.

Основная литература

1. Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод. М.: Форум, 2011, 12 экз
2. Ю. М. Исаев, В. П. Корнев. Гидравлика и гидропневмопривод. М.: Академия, 2016, 30 экз.
3. Е. Ф. Алексеев, Е. В. Афанасьев. Гидрооборудование стартовых комплексов. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес

2.3. Дисциплина «Пусковые установки с наклонным стартом»

1. Особенности пусковых установок с наклонным стартом.
 - 1.1 Основные узлы пусковых установок, их назначение и особенности функционирования.
 2. Направляющие устройства пусковых установок.
 - 2.1 Весовые и инерционные силы, действующие при старте.
 - 2.2 Расчет сил тяги двигателя и трения бугелей.
 - 2.3 Расчет длины направляющих.
 3. Обеспечение безударного схода ракеты.
 - 3.1 Старт с одновременным сходом бугелей ракеты с направляющих.
 - 3.2 Старт с одновременным сходом бугелей ракеты с направляющих.
 - 3.3 Старт на ведущих поясах ракеты из пусковой трубы.
 4. Уравновешивающие механизмы.

- 4.1 Уравновешивающие механизмы тянущего типа.
- 4.2 Уравновешивающие механизмы толкающего типа.
- 5. Кинематика приводов наведения.
 - 5.1 Слежение за воздушной целью, Зоны предельных скоростей и ускорений.
 - 5.2 Режимы визирования цели и упрежденной точки.
- 6. Нагрузки приводов наведения.
 - 6.1 Нагрузки привода вертикального наведения.
 - 6.2 Нагрузки привода горизонтального наведения.
 - 6.3 Проектировочный расчет приводов наведения
- 7. Опорно-поворотные устройства.
 - 7.1 Типы и особенности опорно-поворотных устройств.
 - 7.2 Расчетные случаи работы шарового погона.
 - 7.3 Расчет роликов боевого штыря и мамеринцев.

Основная литература

1. А. П. Маштаков, Р. В. Красильников. . Физические основы пуска. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 26 экз.
2. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 34 экз.
3. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 36 экз.

2.4. Дисциплина «Агрегаты стартового оборудования»

1. Состав и структура стартового оборудования. .
 - 1.1 Состав и структура стартового оборудования.
2. Заправочное оборудование ракетных комплексов.
 - 2.1 Классификация и требования.
 - 2.2 Принципиальные схемы заправки.
3. Криогенные компоненты топлива.
 - 3.1 Способы хранения и переохлаждения.

- 3.2 Типы хранилищ.
- 3.3 Типовые конструкции резервуаров и труб.
- 4. Расчет заправочных емкостей.
 - 4.1 Емкости для вытеснительной системы подачи.
 - 4.2 Емкости для насосной системы подачи.
- 5. Гидравлический расчет магистралей.
 - 5.1 Расчет вытеснительной системы заправки.
 - 5.2 Расчет насосной системы заправки.
- 6. Системы дозирования.
 - 6.1 Способы и схемы внутреннего дозирования.
 - 6.2 Способы и схемы внешнего дозирования.

Основная литература

1. А. П. Маштаков, Р. В. Красильников. . Физические основы пуска. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 26 экз.
2. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 34 экз.
3. С. В. Бочкарёв, Т. В. Васильева, А. Л. Галиновский. . Планирование и обработка результатов эксперимента. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.

2.5. Дисциплина «Теория амортизации систем»

1. Введение. Основные понятия и определения.
 - 1.1. Проблема ударовиброзащиты объектов и способы ее решения.
 - 1.2. Кинематическое и динамическое воздействия на объекты. Параметры, их характеризующие. Примеры.
 - 1.3 Ударные воздействия. Импульсное воздействие, ступенчатое воздействие, П-образное воздействие. Примеры.
 - 1.4. Вибрационные воздействия. Гармонические воздействия, негармонические периодические воздействия, полигармонические воздействия, нерегулярные воздействия. Примеры.
 - 1.5. Случайное и детерминированное воздействия. Примеры.

1.6. Задачи амортизации. Общие требования и рекомендации к системам амортизации.

1.7. Допускаемые перегрузки для объектов разного типа.

2. Пассивные, полуактивные (регулируемые) и активные системы амортизации.

2.1. Понятие о пассивных, полуактивных и активных системах амортизации.

2.2. Схемы полуактивных систем амортизации. Примеры.

2.3. Схемы активных систем амортизации.

2.4. Достоинства и недостатки пассивных, полуактивных и активных систем амортизации.

3. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов различных типов.

3.1 Упругость и демпфирование в системах амортизации.

3.2.Силовые (упругие и демпфирующие) характеристики амортизаторов: линейные, прогрессивные и дигрессивные.

3.3. Требования к характеристикам систем амортизации при ударных и вибрационных воздействиях на разные объекты. Достоинства, недостатки и область применения амортизаторов с разными характеристиками.

3.4.Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. Нуль-установители.

3.5.Резиновые и резинометаллические амортизаторы.

3.6.Эластормерные арочные амортизаторы.

3.7.Постельные системы амортизации.

3.8.Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.

3.9.Гидравлические демпферы и гидропневматические амортизаторы.

3.10.Амортизаторы сухого трения и упругопластические амортизаторы.

3.11. Амортизаторы квазиулевого жесткости.

4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.

4.1. Представление гармонических колебаний с использованием комплексных чисел.

4.2. Линейные колебания системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии. Соотношения и графики для основных параметров.

4.3. Требования к параметрам линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при кинематическом воздействии.

4.4. Порядок выбора суммарной жесткости амортизаторов для разных сочетаний критериев и ограничений.

5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.

5.1. Требования к параметрам линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при динамическом воздействии.

5.2. Соотношения и графики для основных параметров. 5.3. Порядок выбора суммарной жесткости амортизаторов для разных сочетаний критериев и ограничений.

6. Системы виброзащиты длинномерных объектов с двумя степенями свободы.

6.1. Математическая модель динамики длинномерных объектов с двумя степенями свободы при гармоническом кинематическом воздействии.

6.2. Решение задачи. Соотношения и графики для основных параметров. Анализ влияния связанности колебаний и соотношения частот собственных колебаний на амплитуды кинематических параметров.

6.3. Виброзащита длинномерного объекта при кинематическом гармоническом воздействии. Требования к жесткости и расположению поясов амортизации.

6.4. Решение задач выбора жесткости и расположения поясов амортизации длинномерных объектов при разных сочетаниях ограничений.

7. Динамические гасители колебаний.

7.1. Принцип действия динамических гасителей колебаний. Достоинства и недостатки. Проблема автоподстройки под частоту воздействия.

7.2. Маятниковые гасители крутильных колебаний валов. Принцип действия и схемы.

7.3. Маятниковые гасители крутильных колебаний валов. Выбор параметров.

8. Виброзащита пространственных объектов с шестью степенями свободы.

8.1. Требования к жесткости и расположению амортизаторов.

8.2. Схемы установки амортизаторов.

9. Линейные системы виброзащиты при случайном воздействии.

9.1. Основные характеристики случайных процессов и связь между ними.

9.2. Полигармоническое представление случайного процесса.

9.3. Связь спектральных плотностей характеристики колебаний системы со спектральной плотностью параметров воздействия для линейных систем.

9.4. Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии.

9.5. Выбор жесткости линейной системы с одной степенью свободы при случайном кинематическом воздействии.

9.6. Расчет плавности хода автомобиля с использованием спектрального метода.

Основная литература

1. А. Г. Храмов. . Теория случайных процессов. СамараБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.

2. В. А. Стенин. . Судовое главное энергетическое оборудование. Расчёт судового дизеля. Архангельск: Изд-во САФУ, 2014, эл. рес.

3. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.

2.6. Дисциплина «Строительная механика»

1. Введение. Задачи и методы строительной механики.

1.1. Типовые элементы конструкций.

1.2. Основные задачи строительной механики и порядок их решения.

1.3. Связь строительной механики и сопротивления материалов.

1.4. Эволюция методов решения задач строительной механики:

аналитические методы, численные методы, программные пакеты.

2. Фермы. Область применения, основные понятия и классификация.

2.1. Определение фермы. Примеры использование ферм в различных областях техники.

2.2. Обоснование применимости строгого определения фермы для сварных стержневых систем.

2.3. Сравнение ферм и балок при работе на изгиб. Достоинства и недостатки ферм.

2.4. Оптимальный закон изменения высоты фермы. Классификации ферм по очертанию.

2.5. Требования к решеткам ферм. Типы решетки.

3. Аналитические методы расчета ферм.

3.1. Критерии статической определимости ферм. Понятие о мгновенно изменяемых системах.

3.2. Определение усилий в стержнях ферм. Метод вырезания узлов для плоских и пространственных статически определимых ферм.

3.3. Метод Риттера.

3.4. Определение перемещений узлов в фермах. Формула Мора.

3.5. Метод разложения пространственной фермы на плоские.

3.6. Раскрытие статической неопределимости в фермах. Метод сил.

3.7. Учет внеузловых нагрузок.

4. Элементы проектирования ферм.

4.1. Особенности работы стержней в фермах на сжатие. Нормировка гибкости стержней по СНиП II-23-81 Понятие о расчетной длине в плоскости фермы и из плоскости фермы. Нормировка расчетных длин по СНиП II-23-81.

4.2. Конструкции узлов легких ферм.

4.3. Выбор генеральных размеров ферм. Понятие о строительном подъеме.

4.4. Предварительное растяжение стержней в фермах.

4.5. Выбор типа сечения стержней легких и тяжелых ферм.

4.6. Определение размеров сечений стержней при работе на сжатие, растяжение и изгиб.

5. Использование метода конечных элементов для расчета ферм.

5.1. Понятие о степенях свободы и глобальной матрице жесткости ферм.

5.2. Матрица жесткости одиночного стержня.

5.3. Формирование глобальной матрицы жесткости фермы: использование матрицы индексов.

5.4. Определение перемещений узлов и усилий в стержнях.

6. Теория пластин.

6.1. Определение пластины. Отличие пластины от плиты и мембраны. Основные гипотезы теории Киргофа и их связь с основными гипотезами теории изгиба балок.

6.2. Выражения деформаций через продольные и поперечные перемещения. Обобщенный закон Гука для плоского напряженного состояния при неравномерном прогреве.

6.3. Выражения для внутренних силовых факторов. Уравнения равновесия элемента пластины.

6.4. Вывод дифференциального уравнения изгиба пластины (уравнение Софи-Жермен) и дифференциальных уравнений для продольных перемещений.

6.5. Вывод граничных условий для уравнений изгиба и продольных перемещений: случаи жесткой заделки, шарнирного опирания, свободного края и опирания на упругую балку.

6.6. Табличные решения и их использование.

7. Теория оболочек.

7.1. Основные понятия и определения теории оболочек.

7.2. Геометрические, физические уравнения и уравнения равновесия.

7.3. Безмоментная и моментная теории тонких оболочек. Краевой эффект. Принимаемые допущения и способы получения разрешающих уравнений.

7.4. Дифференциальное уравнение тонких упругих осесимметричных изотропных оболочек.

7.5. Граничные условия.

7.6. Расчетные зависимости для определения сил, моментов, напряжений и деформаций.

7.7. Особенности конкретных оболочек: сфера, эллипс, тор, цилиндр, конус. Получение для них расчетных зависимостей. Расчет кольцевых тел. Способы задания граничных условий. Определение постоянных интегрирования.

7.8. Правила составления уравнений сопряжения оболочек. Жесткие и деформируемые подкрепления оболочек.

7.9. Примеры расчета напряженно-деформированного состояния реальных оболочек. Оценка прочности.

Основная литература

1. А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Анализ прочности элементов конструкций. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.

2. Г. В. Васильков, З. В. Буйко. . Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

3. С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Конструкционная прочность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 12 экз.

2.7. Дисциплина «Газовые приводы стартовых комплексов»

1. Общие сведения о газовых приводах.

1.1. Предмет и задачи дисциплины.

1.2. Использование газовых приводов в современной технике.

2. Составные элементы газовых приводов.

2.1. Основные сведения о порохах и газовых приводах.

2.2. Определения пороха и привода применительно к газовым приводам.

2.3. Особенности газовых приводов стартовых комплексов по сравнению с электрическими, механическими, пневматическими и гидравлическими агрегатами аналогичного назначения и по сферам применимости.

3. Классификация порохов.

3.1. Разновидности, состав, назначение, примеры использования.

3.2. Характеристики порохов. Требования и особенности порохов, используемых в газовых приводах.

3.3. Нитроцеллюлоза как основа баллистических порохов. Свойства, этапы нитрирования, строение, полимеризация.

4. Горение порохов.

4.1. Изменение представлений о процессе горения порохов.

4.2. Современная теория горения. Исходные положения.

4.3. Разбиение области горения на зоны. Основные процессы в зонах с точки зрения использования газовых приводов.

5. Внутрибаллистические характеристики.

5.1. Скорость горения. Влияние на скорость горения.

5.2. Аномальное горение.

5.3. Внутренняя баллистика как основная задача проектирования газовых приводов.

6. Пиростатика.

6.1. Характеристическое уравнение. Общая формула пиростатики.

6.2. Геометрический закон. Давление в замкнутом объеме.

6.3. Расход из газогенератора.

7. Динамика процессов в газогенераторах.

7.1. Баланс масс. Газогенератор с оптимальной расходной характеристикой.

7.2. Баланс энергии. Источники тепловых потерь в газовых приводах.

8. Приводы открытия защитной крыши.

8.1. Приводы принудительно-инерционного типа.

8.2. Приводы поворотного типа.

9. Решение прикладных задач.

9.1. Прямые схемы.

9.2. Газожидкостная схема.

9.3. Телескопический толкатель.

Основная литература

1. А. П. Маштаков. . Физические основы пуска. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 15 экз.

2. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.

3. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

Раздел 3 Пример тестового задания

Уравнение $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_{cp1}^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_{cp2}^2}{2g} + \Sigma \Delta h_{пот}$ это	Основное уравнение гидростатики	Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости
	Уравнение Бернулли для идеальной жидкости	
	Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости	
	Уравнение количества движения жидкого объема	