


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Ю.Н. РЫЖИХ
« 28 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Внутренняя баллистика

по направлению подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки :

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр


Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.05

СОГЛАСОВАНО:

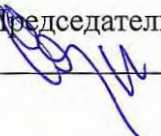
Руководитель ОПСОП

 Э.Р. Шрагер

Руководитель ОПСОП

 А.В. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно-научных и инженерных дисциплин.

ИОПК-1.2 Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера.

ИОПК-1.3 Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики.

ИПК-3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред.

ИПК-3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики.

ИПК-3.3 Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить основы теории горения порохов, закономерности процесса газообразования, постановку основной задачи внутренней баллистики.

– Научиться проводить обработку результатов манометрических исследований, рассчитывать скорость горения пороха в замкнутом объеме.

– Изучить основные процессы и периоды выстрела, аналитические и численные методы решения основной задачи, зависимости основных характеристик выстрела от параметров заряда и снаряда

– Научиться получать аналитическое и численное решение основной задачи внутренней баллистики, проводить анализ зависимостей баллистических параметров выстрела от условий заряжания.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, зачет

Седьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Обучающийся должен знать:

- основы термодинамики;
- основы теоретической механики;
- основы математического анализа и линейной алгебры;

- основы численных методов вычислений.

Обучающийся должен уметь:

- решать обыкновенные дифференциальные уравнения

- проводить численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

-лекции: 40 ч.

-практические занятия: 54 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Предмет и задачи внутренней баллистики ствольных систем

Введение. История развития внутренней баллистики. Деление внутренней баллистики на разделы. Основные обозначения и определения во внутренней баллистике

Тема 2. Пороха, заряды и их характеристики.

Виды и назначение взрывчатых веществ, пороха, их виды, свойства и формы, жидкие метательные вещества. Баллистические и физико-химические свойства порохов. Артиллерийские заряды и снаряды.

Тема 3. Горение пороха в замкнутом объеме

Общая характеристика процесса горения пороха в замкнутом объеме. Уравнение состояния пороховых газов. Общая формула пиростатики, формула для наибольшего давления. Опытное определение баллистических параметров пороха. Учет тепловых потерь в манометрических экспериментах.

Тема 4. Основные законы горения порохов

Геометрический и физический законы горения порохов. Скорость горения пороха, ее определение. Плотность заряжания и полный импульс давления пороховых газов. Интегральный критерий Шмица.

Тема 5. Закономерности процесса газообразования

Скорость газообразования при геометрическом законе горения. Дегрессивно и прогрессивно горящие формы пороховых зерен. Физический закон газообразования, функция формы Шарбонье, Г-функция Серебрякова и ее применение, влияние флегматизаторов и ингибиторов горения. Использование интегральных диаграмм.

Тема 6. Особенности различных режимов горения порохов

Срыв горения в поры. Особенности горения порохов с узкими каналами. Конвективный режим горения в пористых системах. Низкоскоростной режим взрывчатого превращения, переход горения в детонацию.

Тема 7. Основные процессы артиллерийского выстрела

Понятие об артиллерийском выстреле, общее устройство ствола, ведущих систем снаряда. Давление форсирования. Сопротивление ведущего пояска при движении снаряда по каналу ствола. Гладкоствольные системы. Движение и горение элементов метательного заряда.

Тема 8. Основная (прямая) задача внутренней баллистики

Классическая постановка основной задачи. Система уравнений, уравнение Резаля, коэффициент фиктивности массы, уравнение движения снаряда, начальные условия. Распределение скорости газа и давления в заснарядном пространстве. Влияние уширения камеры на характеристики выстрела. Учет тепловых потерь при выстреле.

Тема 9. Решение основной задачи внутренней баллистики в классической постановке

Интегрирование уравнений методом Дроздова для предварительного, первого и второго периодов выстрела. Условия достижения максимального давления выстрела. Иллюстрация и свойства аналитического решения.

Тема 10. Решение основной задачи при физическом законе газообразования.

Постановка задачи при использовании физического закона газообразования. Решение основной задачи при физическом законе горения заряда.

Тема 11. Численные методы решения основной задачи для орудия классической схемы

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Применение метода Рунге-Кутты для решения основной задачи внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 12. Специальные методы баллистических расчетов

Безразмерные переменные, подобие орудий, Баллистические таблицы. Приближенные методы решения основной задачи. Упрощенные зависимости внутренней баллистики. Поправочные формулы. Слухоцкого, Ермолаева.

Тема 13. Период последствий пороховых газов

Основные физические процессы, сопровождающие период последствий. Дульные тормоза. Расчет движения снаряда и откатных частей орудия в период последствий.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Баллистические и физико-химические свойства порохов
2. Виды артиллерийских зарядов и снарядов
3. Структура фронта волны конвективного горения.
4. Переход горения в детонацию
5. Общая формула пиростатики
6. Опытное определение силы пороха и коволюма
7. Опытное определение закона скорости горения
8. Скорость газообразования при геометрическом и физическом законе горения
9. Г-функция Серебрякова и особенности ее поведения

10. Дегрессивно и прогрессивно горящие формы пороховых зерен.
11. Использование интегральных диаграмм
12. Классическая постановка основной задачи внутренней баллистики.
13. Распределение скорости газа и давления в заснарядном пространстве.
14. Влияние уширения камеры на характеристики выстрела.
15. Решение ОЗВБ для предварительного и первого периода выстрела
16. Решение ОЗВБ для второго периода выстрела
17. Постановка ОЗВБ при использовании физического закона газообразования
18. Влияние характеристик снаряда, свойств пороха и давления форсирования на баллистические параметры выстрела
19. Применение метода Рунге-Кутты для решения основной задачи внутренней баллистики ствольных систем.
20. Основные физические процессы, сопровождающие период последствия
21. Устройство и назначение дульного тормоза.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится при правильном ответе на все вопросы на экзамене при условии правильного выполнения 90% заданий по промежуточной аттестации.

Оценка «хорошо» ставится при правильном ответе на все вопросы на экзамене при условии правильного выполнения 70% заданий по промежуточной аттестации.

Оценка «удовлетворительно» ставится при правильном ответе на все вопросы на экзамене при условии правильного выполнения 50% заданий по промежуточной аттестации.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22469>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине с набором контрольных вопросов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Баллистика ствольных систем. / Под ред. Л.Н. Лысенко, А.М. Липанова, Машиностроение, 2006.

2. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика М., Наука, 2005г

3. Хоменко Ю.П., Ищенко А.Н., Касимов В.З. Математическое моделирование внутрибаллистических процессов в ствольных системах Новосибирск, СО РАН, 1999.

4. Русяк И.Г., Ушаков В.М. Внутрикамерные гетерогенные процессы в ствольных системах. РАН, Екатеринбург, 2001.

5. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1962.

6. Термогазодинамические основы внутренней баллистики ствольных систем (Вилунов В.Н., Губарев А.В., Михайловский Ю.В. и др.) Пенза ПВИАУ, 1974

7. Чурбанов В.Е. Внутренняя баллистика Л.; ВАОЛКА, 1975.

8. Блинов А. Курс артиллерии ISBN 978-5-458-30510-5; 2012 г

9. Рассе. Дж. Баллистика ISBN 978-5-5129-0585-2; 2012 г.

б) дополнительная литература:

1. Баллистика / С.В. Беневольский, В.В. Бурлов, В.П. Казаковцев и др.; Под ред. Л.Н. Лысенко. Учебник для курсантов и слушателей ГРАУ. Пенза, ПАИИ, 2005
2. Губарев А.В., Михайловский Ю.В. Теплотехника и внутренняя баллистика ствольных систем и реактивных двигателей. М.: Изд-во МО СССР 1986
3. Чурбанов В.Е. Краткий курс баллистики С.-Пб. Изд-во БГТУ, 2000.
4. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь. Под ред. Академика Б.П. Жукова. М., Янус, 2000

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Ищенко Александр Николаевич, доктор физико-математических наук, Физико-технический факультет НИ ТГУ, профессор