СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВЗРЫВА, ГОРЕНИЯ И ДЕТОНАЦИИ

академик В.А. Левин

к.ф.-м.н. Т.А. Журавская

*специальный курс по выбору студента, магистранта (годовой)*

В рамках курса рассматриваются как классические основы теории взрыва, горения и детонации, так и результаты исследований, иллюстрирующие современное состояние данного раздела газовой динамики.

***Теория взрыва***

Соотношения на поверхности сильного разрыва в идеальном газе. Свойства адиабаты Гюгонио. Теорема Цемплена для слабых скачков.

Нормальный газ. Теорема Цемплена для скачков произвольной интенсивности в нормальном газе. Ударные волны.

Адиабата Гюгонио для модели совершенного газа.

Модель бесконечно-тонкой волны с тепловыделением. Свойства кривой Гюгонио. Режимы распространения скачка с тепловыделением. Точки Чепмена-Жуге. Пересжатая детонация.

Задача о сильном точечном взрыве. Приближенное решение задачи о сильном точечном взрыве. Сильный взрыв в детонирующем газе.

Задача о распространении плоской детонационной волны в трубе. Распространение самоподдерживающихся волн детонации.

Асимптотическое поведение ударных и детонационных волн.

Задача Гудерлея о сходящейся ударной волне. Явление кумуляции. Распространение ударной волны по неоднородной трубе. Правило характеристик. Применение правила характеристик к сходящимся цилиндрическим и сферическим волнам.

***Медленное и детонационное горение***

Начала химической кинетики взрывных процессов. Закон действующих масс. Прямая и обратная реакции, константа равновесия. Константа скорости реакции. Цепной механизм химических реакций.

Структура детонационной волны. Модели с учетом структуры детонации. Модель детонации Зельдовича-Неймана-Деринга, модель Щелкина, модель детонации Коробейникова-Левина.

Структура одномерной плоской стационарной детонационной волны.

Математическая модель течения многокомпонентной реагирующей газовой смеси.

Структура волны детонации. Спиновая детонация. Ячеистая структура детонационной волны.

Критическая энергия инициирования детонации. Пределы детонации.

Распространение пламени. Переход горения в детонацию.

Распространение детонационных волн, выход детонационной волны в открытое пространство. Критические условия сохранения/ гашения детонационного горения.

***Численное моделирование течений газа с химическими превращениями***

Построение адаптивных расчетных сеток.

Обзор численных методов для решения систем гиперболических уравнений.

Расчет течения многокомпонентной газовой смеси методом Годунова. Задача о распаде произвольного разрыва. Методы, основанные на схеме Годунова.

Методы наименьшей полной вариации (TVD), гибридные методы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО КУРСУ

1. Соотношения на поверхности сильного разрыва в идеальном газе. Свойства адиабаты Гюгонио. Теорема Цемплена для слабых скачков. Адиабата Гюгонио для модели совершенного газа.
2. Нормальный газ. Теорема Цемплена для скачков произвольной интенсивности в нормальном газе.
3. Модель бесконечно-тонкой волны с тепловыделением. Свойства кривой Гюгонио. Режимы распространения скачка с тепловыделением. Точки Чепмена-Жуге. Пересжатая детонация.
4. Задача о распространении плоской детонационной волны в трубе. Распространение самоподдерживающихся волн детонации.
5. Задача о сильном точечном взрыве.
6. Приближенное решение задачи о сильном точечном взрыве.
7. Сильный взрыв в детонирующем газе.
8. Асимптотическое поведение ударных волн.
9. Асимптотическое поведение детонационных волн.
10. Задача Гудерлея о сходящейся ударной волне.
11. Распространение ударной волны по неоднородной трубе. Правило характеристик. Применение правила характеристик к сходящимся цилиндрическим и сферическим волнам.
12. Закон действующих масс. Прямая и обратная реакции, константа равновесия. Константа скорости реакции. Цепной механизм химических реакций.
13. Структура детонационной волны. Модели с учетом структуры детонации.
14. Математическая модель течения многокомпонентного невязкого газа с учетом детальной кинетики химического взаимодействия.
15. Структура детонационной волны. Ячеистая структура детонационной волны. Спиновая детонация.
16. Критическая энергия инициирования детонации. Пределы детонации.
17. Переход горения в детонацию.
18. Распространение детонационных волн, выход детонационной волны в открытое пространство. Критические условия сохранения детонационного режима горения.
19. Построение адаптивных расчетных сеток. Выделение поверхностей разрывов.
20. Задача о распаде разрыва.
21. Расчет одномерного нестационарного течения многокомпонентной газовой смеси методом Годунова.
22. Методы, основанные на схеме Годунова.