

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы переработки полимерных материалов

по направлению подготовки / специальности

16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Компьютерный инжиниринг высокоэнергетических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер-исследователь

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен организовать процесс принятия, обоснования и оценки эффективности проектных и управленческих решений в профессиональной сфере с учетом экономических, экологических, социальных, интеллектуально-правовых, этических и других ограничений.

ПК-2 Способен самостоятельно применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения, интерпретировать физический смысл полученного математического результата и документировать его в виде отчета.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 4.1 Знать принципы формулирования критериев оценки эффективности полученных результатов профессиональной деятельности с учетом заданных ограничений

РООПК 4.2 Уметь оценивать риски и управлять процессом разработки и принятия решений на основе современных методов исследования и технологических решений

РОПК 2.1 Знать способы математического моделирования в области вычислительной теплофизики, аэрогазодинамики, теории горения

РОПК 2.2 Уметь составлять математические модели профессиональных задач и находить способы их решения

2. Задачи освоения дисциплины

- изучить основные физические закономерности течений жидкостей; диффузионные процессы в жидкостях; поверхностные явления на границе раздела фаз; влияние капиллярных эффектов на движение жидкости; особенности течений со свободными поверхностями.

- получить навыки использования физических основ и основных методов исследования гидродинамических характеристик технологий переработки полимерных композиций методом литья с учетом дополнительных физико-химических процессов, протекающих в потоке.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Второй семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

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

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 32 ч.

- практические занятия: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Общие сведения классической гидродинамики.

Идеальная жидкость. Уравнения Эйлера. Вязкая жидкость. Уравнение Навье-Стокса. Подобие гидродинамических явлений. Движение жидкости при малых числах Рейнольдса. Пограничный слой. Уравнения пограничного слоя. Общая постановка задачи о движении жидкости.

Тема 2. Неньютоновские жидкости.

Понятие неньютоновской жидкости. Степенное реологическое уравнение. Вязкопластичная жидкость. Реологическая модель Шведова – Бингама. Обобщенная реологическая модель Шульмана. Уравнения движения неньютоновской жидкости.

Тема 3. Конвективная диффузия в жидкостях.

Общие сведения о диффузионной кинетике в жидкостях. Теория Нернста. Теория Лангмюра. Уравнение конвективной диффузии в жидкостях. Граничные условия. Диффузионный пограничный слой. Сведение уравнения диффузии к уравнению типа уравнения теплопроводности. Диффузия к падающей твердой частице. Аналогия между диффузией и поверхностным трением. Моделирование гетерогенных химических реакций. Диффузионный критерий Нуссельта. Диффузия в ламинарном потоке жидкости в трубе.

Тема 4. Капиллярное движение.

Поверхностный слой. Условие равновесие между двумя жидкими фазами. Капиллярное движение. Граничные условия на поверхности раздела двух жидкостей. Движение жидкости в капилляре. Термокапиллярное движение. Влияние поверхностно-активных веществ на движение жидкости.

Тема 5. Течения со свободной поверхностью в технологии переработки методом свободного литья и литья под давлением.

Течение жидкости в объемном смесителе. Течение жидкости при заполнении емкостей в технологии методом свободного литья и литья под давлением.

Тема 6. Метод расчета течений вязкой жидкости со свободной поверхностью.

Основные уравнения и граничные условия. Разностная аппроксимация основных уравнений. Метод Гаусса-Зейделя. Численная реализация граничных условий на фиксированной границе. Численная реализация граничных условий на свободной поверхности. Алгоритм расчета.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения индивидуального задания, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет во втором семестре проводится в устной форме (собеседование). Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=35846> при наличии

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Д.А. Франк-Каменецкий. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. Долгопрудный.: 2008. 408с.

2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Теоретическая физика. Т. 6 Гидродинамика. 2012. 736с.

3.А.М. Липанов. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред. М.: Наука. 2011. 551с.

4. З.П. Шульман. Конвективный теплоперенос реологически сложных жидкостей. М.:Энергия, 1975.

5. Г.Р. Шрагер, А.Н. Козлобродов, В.А. Якутенко. Моделирование гидродинамических процессов в технологии переработки полимерных материалов. Томск: ТГУ, 1999.

б) дополнительная литература:

1. Дж. Хаппель, Г. Бреннер. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. М.: Мир, 1976

2. З.П. Шульман, В.П. Байков. Реодинамика и теплообмен в пленочных течениях. Минск: Наука и техника, 1979.

3. А.М. Кутепов, А.Д. Полянин и др. Химическая гидродинамика. М.: Квантум, 1996

4.А.Я. Малкин. Современное состояние реологии полимеров: достижения и проблемы// Высокомолекулярные соединения. Серия А, 2009, Т.51. №1.

5. В.Г. Левич. Физико-химическая гидродинамика. М.: Физматгиз, 1959

6. И.А. Глушков, Ю.Б. Банзула Моделирование структурно-реологических свойств дисперсных систем. Москва. 2009. 300с.

7. И.А. Глушков, Ю.М. Милехин, В.М. Меркулов, Ю.Б. Банзула Моделирование формирования изделий из свободно литьевых составов. Москва. 2007. 362с.

8. С.К. Годунов, В.С. Рябенский Разностные схемы. Москва. 1977. 440с.

в) ресурсы сети Интернет:

<http://mzg.ipmnet.ru/ru/Issues.php> - журнал публикует: фундаментальные исследования классических моделей идеальных и вязких несжимаемых жидкостей и

совершенного газа; исследования, связанные с усложнением и совершенствованием этих моделей для описания специальных классов течений интересных с практической точки зрения (движение тел в воде с большими скоростями, турбулентные течения, течения химически реагирующих газовых смесей, многофазные течения, течения стратифицированных жидкостей, течения в пограничном слое, течения в условиях микрогравитации и т.д.); исследования по разработке новых моделей, позволяющих описывать течения жидкостей и газов в условиях, характерных для "стыка наук" (движения вязкоупругих сред, магнитогидродинамические течения, электрогидродинамические течения, биомеханические течения и т.д.); исследования в области устойчивости течений; исследование моделей турбулентности и ламинарно-турбулентного перехода и т.д.;

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 OneNote, 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 практического 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

Шрагер Геннадий Рафаилович, д.ф.-м.н., профессор, физико-технический факультет ТГУ, профессор