

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
деятельности

А.А. Артемьев

_____ 2022 г.



**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий**

Тверь, 2022

Программа вступительных испытаний для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий разработана в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Составители:

к.т.н., доцент



Е.И. Лагусева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии полимеров от « 4 » марта 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой социологии и социальных технологий,
ответственный за реализацию образовательной программы
высшего образования - программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности
2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий
д.х.н., профессор



В.И. Луцки

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела комплектования
зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

Требования к лицам, поступающим в аспирантуру

Лица, желающие освоить программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий должны иметь высшее образование (специалитет или магистратура).

Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных испытаний на конкурсной основе.

Содержание вступительного испытания

1. Теоретические основы процессов химической технологии

Законы сохранения. Материальные и тепловые балансы Условия термодинамического равновесия. Движущая сила. Законы переноса субстанции.

Моделирование химико-технологических процессов. Метод обобщенных переменных. Подобие процессов.

Гидродинамическая структура потоков.

2. Гидромеханические процессы и аппараты

Общие вопросы прикладной гидравлики. Гидростатика. Гидродинамические режимы потоков Уравнение движения жидкости (газа). Уравнение Бернулли. Внутренняя задача гидродинамики. Гидродинамический пограничный слой. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Определение их геометрических размеров.

Внешняя задача гидродинамики. Гидродинамические режимы. Гидравлическое сопротивление при движении тел в жидкостях (газах) Определение скоростей движения тел в жидкостях (газах)

Смешанная задача гидродинамики Гидравлическое сопротивление неподвижных слоев зернистых (пористых) материалов. Псевдооживление твердых зернистых материалов. Гидравлическое сопротивление псевдооживленного слоя. Критические скорости псевдооживления.

Гидродинамика барботажа. Гидродинамика пленочного течения. Диспергирование жидкостей. Понятие о неньютоновских жидкостях.

Перемешивание жидких сред. Способы перемешивания. Затраты мощности на перемешивание.

Транспортирование жидкостей. Насосы Основные параметры насосов Выбор насосов. Сжатие и транспортирование газов. Компрессоры.

Разделение неоднородных систем Осаждение в поле силы тяжести, в поле центробежных сил в электрическом поле. Скорости осаждения.

Отстойники, циклоны (гидроциклоны), центрифуги, аппараты для очистки газов в электрическом поле. Расчет оборудования.

Фильтрация. Движущая сила. Уравнение фильтрования. Фильтрация в поле силы тяжести, в поле центробежных сил. Фильтры и фильтрующие центрифуги Расчет.

Мокрая очистка газов. Принцип осуществления процесса Аппараты.

3. Тепловые процессы и аппараты

Механизмы переноса тепла.

Теплопроводность. Законы Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности Теплопроводность стенок.

Конвективный перенос тепла. Тепловой пограничный слой. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла. Обобщенное критериальное уравнение процесса.

Теплоотдача и теплопередача. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния теплоносителя. Теплоотдача с изменением агрегатного состояния теплоносителей.

Тепловое излучение. Радиационные характеристики тел. Теплообмен излучением между твердыми телами. Особенности излучения газов и паров.

Радиационно-конвективный теплообмен.

Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила теплопередачи.

Промышленные теплоносители.

Теплообменные аппараты. Классификация. Тепловой и гидродинамический расчет теплообменников.

Выпаривание. Назначение процесса. Выпарные аппараты. Однокорпусное и многокорпусное выпаривание. Выпаривание с тепловым насосом. Схема многокорпусного выпаривания. Порядок расчета многокорпусных выпарных установок.

4. Массообменные процессы и аппараты

Механизмы переноса массы. Виды массообменных процессов. Массоотдача и массопередача. Классификация массообменных процессов по состоянию контакта фаз

Массопередача в системах со свободной границей раздела фаз.

Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Критериальное уравнение.

Конвективный перенос массы. Диффузионный пограничный слой. Закон массоотдачи. Модели массопереноса. Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы. Обобщенное критериальное уравнение.

Основы расчета массообменных аппаратов. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Движущая сила. Модифицированные уравнения массопередачи. Число единиц переноса. Теоретическая ступень изменения концентраций. Кинетические коэффициенты модифицированных уравнений. Расчет рабочих объемов, высот, числа ступеней контакта массообменных аппаратов.

Абсорбция. Назначение и организация процесса. Материальный и тепловой балансы. Равновесие при абсорбции. Кинетика процесса. Схемы абсорбционных установок. Абсорберы.

Перегонка жидкостей. Виды перегонки. Равновесие в системах жидкость–пар.

Простая перегонка. Принцип осуществления процесса. Уравнение простой перегонки. Перегонка с водяным паром. Расход пара на перегонку. Молекулярная дистилляция. Назначение. Принцип осуществления. Непрерывная бинарная ректификация. Принцип осуществления процесса. Схема ректификационной установки. Материальный и тепловой балансы. Флегмовое число. Расход греющего пара. Ректификационные аппараты (колонны).

Периодическая ректификация.

Экстрактивная и азеотропная ректификация. Назначение процессов. Выбор разделяющего компонента.

Понятия о ректификации многокомпонентных смесей.

Жидкостная экстракция.

Способы проведения процесса. Статика и кинетика. Материальный баланс. Расход экстрагента. Расчет экстракции с учетом взаимной растворимости. Экстракторы.

Основы массопередачи в системах с неподвижной поверхностью контакта фаз. Перенос массы в твердой фазе. Массопроводность. Уравнение массопроводности. Дифференциальное уравнение массопроводности. Уравнение граничных условий. Критериальное уравнение массопроводности.

Адсорбция и ионный обмен. Физико-химические основы процессов. Адсорбенты и ионообменные материалы. Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса. Материальный баланс. Тепловой баланс. Адсорберы. Расчет адсорберов с неподвижным слоем адсорбента, с движущимся и псевдооживленным слоями. Десорбция.

Сушка. Физическая сущность процесса. Организация процесса. Классификация сушки по способу подвода тепла. Связь влаги с материалом. Характеристика влажного воздуха. Равновесие фаз при сушке. Виды сушки.

Конвективная сушка Материальный и тепловой балансы.

Принципиальные схемы конвективной сушки. Кинетика сушки. Расчет сушильных установок. Конвективные сушилки. Интенсификация процессов сушки.

Растворение и экстрагирование в системе твердое тело жидкость. Условие равновесия. Кинетика. Организация процесса. Длительность процесса. Оборудование.

Кристаллизация. Методы. Равновесие и кинетика процесса.

Материальный и тепловой балансы. Кристаллизаторы.

Массообмен через полупроницаемые перегородки (мембраны). Физико-химические основы. Движущая сила. Селективность. Типы мембран.

Основная литература

1. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие для химико-технол. спец. вузов : в составе учебно-методического комплекса / Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю.И. Дытнерского. - стер. - Москва : Альянс, 2015. - 493 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-903034-87-1 : 996 p. - (ID=112635-2)

2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для химико-технол. спец. вузов. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. - стер. - Москва : Альянс, 2015. - 368 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-073-8 : 656 p. - (ID=112632-2)

3. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. - стер. - Москва : Альянс, 2015. - 400 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-073-8 : 662 p. - (ID=112631-2)

4. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для химико-технол. спец. вузов : в составе учебно-методического комплекса / А.Г. Касаткин. - стер. - Москва : Альянс, 2014. - 750 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-903034-62-8 : 1296 p. - (ID=112641-2)

5. Павлов, К.Ф.

Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. - 10-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 575 с. - Библиогр. : с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-031-8 : 720 p. - (ID=99620-2)

Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов : учеб. пособие для вузов / А.Н. Остриков [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2018. - 418 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст : непосредственный. - 1100 p. - (ID=134355-2)

2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник для студентов вузов по хим.-технол. напр. и спец. : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 2 / В.Г. Айнштейн [и др.]; под общ. ред. В.Г. Айнштейна. - Москва : Физматкнига : Логос, 2006. - 1758 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-98704-090-6 : 369 p. 93 к. - (ID=57526-8)

3. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник для студентов вузов по хим.-технол. напр. и спец. Кн. 1 / В.Г. Айнштейн [и др.]; под общ. ред. В.Г. Айнштейна. - Москва : Физматкнига : Логос, 2006. - 888, XXIV с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98704-089-2 : 369 p. 93 к. - (ID=57525-8)

4. Гельперин, Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие. Кн. 2 / Н.И. Гельперин. - М. : Химия, 1981. - 384 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 20 к. - (ID=85681-60)

5. Гельперин, Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов . Кн. 1 / Н.И. Гельперин. - М. : Химия, 1981. - 384 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 10 к. - (ID=85680-65)

Программное и коммуникационное обеспечение

1. ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>

2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>

3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>

5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. - (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

10. Федеральный портал «Российское образование». - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122129>

Периодические издания

1. Тепловые процессы в технике : журнал. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=19. - (ID=85528-0)

2. Интенсификация технологических процессов: материалы, технологии, оборудование : журнал. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=17. - (ID=85520-0)

3. Успехи в химии и химической технологии : журнал. - Москва : Российский хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева, 1999-. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 1506-2017. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/2381>. - (ID=134148-0)

4. Химическое и нефтегазовое машиностроение : журнал. - Внешний сервер. - CD. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 1100-00. - URL: <http://www.himnef.ru/>. - (ID=78484-84)

5. Химическая технология : журнал. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=1. - (ID=85518-0)

6. Химическая промышленность : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - URL: <http://www.chemprom.org/>. - (ID=88346-0)

7. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 350-00. - URL: <http://main.isuct.ru/ru/journal/>. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7726. - (ID=77642-36)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

вступительного испытания для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности
2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий

1. Внутренняя задача гидродинамики. Гидродинамический пограничный слой. Гидродинамическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Определение их геометрических размеров.
2. Теплоотдача и теплопередача. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния теплоносителя.
3. Абсорбция. Назначение и организация процесса. Равновесие при абсорбции. Кинетика процесса. Абсорберы.