

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(ИОНХ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИОНХ РАН
чл.-корр.РАН В.К. Иванов
2019 г.



Рабочая программа дисциплины

МАКРОКИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки
18.06.01 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направленность (профиль)
Процессы и аппараты химических технологий

Москва
2019 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью и задачей дисциплины «Макрокинетика химических процессов» является овладение основными закономерностями химических процессов, протекающих в реакционных аппаратах, и основами теории химических реакторов, методами и приемами повышения эффективности их работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Настоящая дисциплина «Макрокинетика химических процессов» входит в основную профессиональную образовательную программу высшего образования – программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и входит в вариативную часть в качестве дисциплины по выбору.

Для успешного усвоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи, основы теории массопередачи.

уметь:

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач;
- определять характер движения жидкостей и газов, основные характеристики процессов тепло- и массопередачи.

владеть:

- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
- методами определения констант скоростей реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

Общепрофессиональные компетенции:

- способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);

- владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований (ОПК-3);

- способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-4);

- способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных (ОПК-5).

Профессиональные компетенции:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий (ПК-1).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

Дисциплина изучается на втором году обучения в аспирантуре. Дисциплина состоит из 2 разделов.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак	КСР.		
1.	Макрокинетика химических процессов	144	57	17	40	-	-	87	кандидатский экзамен по специальности

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самост оятель ная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1.	Химические процессы	8	18	-	-	43
2.	Химические реакторы	9	22	-	-	44

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Химические процессы	<p>Место химического процесса и химического реактора в иерархической структуре химического производства. Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического процесса, протекающего в аппарате.</p> <p>Гомогенные химические процессы. Кинетические и термодинамические закономерности химических процессов. Особенности проведения сложных реакций. Влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов.</p> <p>Понятие оптимальных температур для обратимых и необратимых химических процессов. Оборудование для проведения гомогенных процессов.</p> <p>Гетерогенные химические процессы. Понятие, основные особенности и стадии гетерогенного процесса. Наблюдаемая скорость химического превращения. Влияние внешних условий протекания процесса на наблюдаемую скорость превращения. Лимитирующая стадия. Области протекания гетерогенных процессов.</p> <p>Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-твердое тело». Физические модели процесса. Их математическое описание. Способы определения лимитирующей стадии и пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ-твердое тело».</p> <p>Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-жидкость».</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

		<p>Физические модели процесса. Их математическое описание. Способы определения лимитирующей стадии и пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ-жидкость».</p> <p>Каталитические процессы. Сущность, назначение катализа. Виды катализа. Гомогенный катализ и его особенности.</p> <p>Гетерогенный катализ. Стадии и области протекания гетерогенного каталитического процесса. Пути интенсификации гетерогенно-каталитических процессов. Основные технологические показатели и требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Состав и способы изготовления контактных масс. Типы реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.</p>	
2.	Химические реакторы	<p>Классификация реакторов. Требования, предъявляемые к химическому реактору.</p> <p>Материальный баланс реакторов в зависимости от стационарности процесса и гидродинамики потока: реактора идеального смешения непрерывного действия, реактора идеального смешения периодического действия и реактора идеального вытеснения. Расчет объема реакторов непрерывного и периодического действия. Сравнение эффективности работы и выбор реакторов, описываемых различными моделями.</p> <p>Каскад реакторов идеального смешения непрерывного действия: характеристика, назначение, уравнение материального баланса. Расчет объема КРИС-Н.</p> <p>Неизотермические процессы в химических реакторах. Классификация процессов в реакторах по тепловому режиму. Математическое описание процессов в реакторах смешения и вытеснения с различными тепловыми режимами работы.</p> <p>Анализ адиабатического режима работы реактора на примере РИС-Н. Понятие тепловой устойчивости работы химического реактора. Способы повышения степени превращения</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

	<p>реагентов в случае проведения реакции в адиабатическом РИС-Н. Способы поддержания оптимального температурного режима проведения химических процессов.</p> <p>Реальные химические реакторы. Причины отклонения от идеальности. Модели реальных реакторов. Функции распределения времени пребывания в проточных реакторах и описание на их основе работы реальных реакторов.</p>	
--	---	--

5. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации учебной работы, являются лекции, семинары ведущих отечественных и зарубежных ученых и консультации с преподавателями; проведение лабораторных работ в лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнение исследовательских проектов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов предполагает проработку лекционного материала в читальном зале библиотеки, в лабораториях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Кроме того, аспирантам предлагается конспектирование и проработка материала научных докладов на заседаниях Ученого Совета ИОНХ РАН, его секций, диссертационных советов по специальности, участие в работе научных конференций и школ, работу в библиотеке и на сайтах электронных изданий.

Форма контроля знаний – кандидатский экзамен в конце курса, включающий теоретические вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины аспиранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем. Кроме того, преподаватель может рекомендовать аспиранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

Название электронного или печатного ресурса (основная или дополнительная)	Тип	Кол-во экз.
Основная литература:		
А.Т. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии.	печ.	2
Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: «Высшая школа», 2003	печ.	1
Ульянов Б.А., Кулов Н.Н., Бадеников А.В. Процессы переноса в химической технологии. «Изд-во Ангарской государств.технич.академии» 2015г.-337с.	печ.	2
Дополнительная литература:		
Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. М.: «Химия»,	печ.	2

1982.-696 с.		
Кафаров В.В. Основы массопередачи. М.: «Высшая школа», 1979.	печ.	2
Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: «Высшаяшкола», 1991.	печ.	1
Розен А. М. Теория разделения изотопов в колоннах. М.: Атомиздат, 1960.	печ.	2
Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химическойэнерготехнологии. М.: «Химия», 1988.	печ.	1
Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. Пер. с англ.- М: «Химия», 1969.-624с.	печ.	1
Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. Справочное пособие. Пер. с англ.- 3-е изд. – Л.: «Химия», 1982.-592 с.	печ.	1

Интернет-ресурсы:

1. E-library – российская научная электронная библиотека в области науки, технологии, медицины и образования;
2. Web of Science – база данных для поиска научной информации в области естественных, общественных, гуманитарных наук и искусства;
3. Scopus - библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях;
4. Springer – научные и научно-популярные журналы.

Программное обеспечение:

- СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows;
- ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office, Mozilla FireFox.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Институт общей и неорганической химии располагает материально-технической базой, соответствующей требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Аудитории для проведения занятий оснащены компьютерами и проекторами для показа мультимедийных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Материально-техническая база соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы аспирантов.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;

2. Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 883 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

Автор(ы) программы:

Зам.директора ИОНХ РАН
д.т.н.



А.А.Вошкин

Зав.НОЦ-зав.аспирантурой

А.Н.Терехова