

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

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета

А.С. Князев
А.С. Князев

апрель 20*22* г.

Рабочая программа дисциплины

Методы приготовления и исследования катализаторов

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:

«Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2021

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.В.ДВ.01.07

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Князев
А.С. Князев

Председатель УМК

В.В. Хасанов
В.В. Хасанов

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов комплексного подхода к рассмотрению задач и проблем, связанных с созданием новых и усовершенствованием существующих гетерогенных катализаторов, а также следующих компетенций:

– ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

– ПК-3. Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

ИПК-1.3. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования.

ИПК-3.1. Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач.

ИПК-3.2. Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить подходы в области традиционных и современных способов синтеза катализаторов и других дисперсных твердых тел с заданными текстурными характеристиками, химическим и фазовым составом, определяющими функциональные свойства получаемых материалов.

– Научиться применять подходы к решению задач приготовления материалов с заданными свойствами с применением комплекса современных методов синтеза и исследования, а также анализа научной литературы; анализировать причинно-следственные связи при обработке результатов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль Дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1).

4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 3, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. В частности, для успешного освоения дисциплины магистранты должны иметь необходимые знания, навыки, умения и профессиональные компетенции по дисциплинам вариативной части профессионального цикла: адсорбционные процессы, гетерогенный катализ, методы

приготовления и исследования катализаторов учебного плана по программе бакалавриата 04.03.01 – Химия.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

– лекции: 12 ч.;

– практические занятия: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Цели и задачи. Влияние условий приготовления на основные характеристики катализаторов. Основные этапы и методы приготовления катализаторов

Цели и задачи приготовления катализаторов как функциональных материалов с заданными свойствами. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Удельная каталитическая активность однофазных и многофазных катализаторов. Селективность. Текстуальные характеристики катализаторов. Оптимальная пористая структура. Основные механизмы изменения удельной поверхности и пористости. Механическая прочность катализаторов. Термическая стабильность. Оптимальные гидродинамические характеристики катализаторов.

Классификация методов приготовления. Выбор и подготовка исходных веществ. Получение активного компонента с заданным составом и свойствами различными методами. Переработка катализатора в товарный продукт. Подходы к получению дисперсных систем. Диспергирование. Конденсация.

Тема 2. Получение катализаторов методами конденсации из раствора. Развитие методов: золь-гель методы и их вариации.

Метод осаждения. Особенности старения бинарных осадков. Золь-гель метод, его вариации (метод Печини, цитратный метод и т.д.). Особенности золь-гель химии при синтезе бинарных систем. Темплатный метод.

Тема 3. Механическое смешение, механохимическая активация и механохимический синтез

Факторы, влияющие на глубину взаимодействия компонентов в катализаторах, полученных методом смешения. Способы интенсификации процессов взаимодействия компонентов при смешении. Смешение в присутствии жидкой фазы. Использование метода механохимической активации для приготовления многокомпонентных катализаторов и носителей. Механохимический синтез.

Тема 4. Носители как компонент катализатора и исходное вещество для его приготовления. Получение катализаторов методом пропитки

Роль носителей в катализаторах. Физико-химические свойства основных синтетических и природных носителей. Оксид кремния (силикагель). Оксиды алюминия. Диоксид церия. Многокомпонентные носители. Углеродные носители.

Способы нанесения веществ из растворов. Диффузионная и капиллярная пропитка. Общие представления о процессах, протекающих при формировании нанесенных катализаторов. Пропиточные и сорбционные катализаторы. Особенности формирования пропиточных катализаторов. Однократная и многократная пропитка. Механизмы закрепления предшественников активного компонента на поверхности носителей. Распределение активного компонента в нанесенных катализаторах. Физико-химические

подходы к регулированию распределения активного компонента в катализаторах сорбционного типа.

Особенности физико-химических процессов, протекающих в процессе термообработки нанесенных катализаторов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Программой дисциплины предусмотрены лекции и практические занятия, включающие занятия семинарского и лабораторного типа. На лекционных занятиях даётся краткий теоретический материал по теме раздела.

В рамках занятий семинарского типа рассматриваются типовые задачи по тематическому разделу; обсуждаются результаты приготовления и исследования катализаторов или носителей, полученных в ходе занятий лабораторного типа; проходит защита отчётов в форме представления научного доклада. В рамках занятий лабораторного типа обучающиеся проводят работу научно-исследовательского характера по приготовлению и исследованию физико-химических свойств катализаторов или носителей с использованием современных методов.

Для текущего контроля работы на практических занятиях предусмотрен опрос теории и методики выполнения работ. Для подготовки обучающихся к каждой лабораторной работе предлагаются методические указания со списком вопросов для самоконтроля. По результатам выполнения лабораторной работы магистрант готовит отчет и представляет его в форме научного доклада в группе на занятии семинарского типа.

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, знания теоретического материала к выполняемым практическим работам и методики эксперимента и порядка выполнения работы, подготовки и защиты отчетов по выполненным работам и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Изучение дисциплины завершается зачётом по билетам, включающим вопросы, позволяющие оценить степень сформированности компетенций ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3., ИПК-3.1., ИПК-3.2. Допуском к зачету является сдача отчетов по всем выполненным лабораторным работам и защита одного из отчётов в группе.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23484>.

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению практических работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Пахомов Н. А. Научные основы приготовления катализаторов / Учебное пособие. – Новосибирск : Изд-во Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, 2010. – 281 с.

– Фенелонов В. Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. – 413 с.

– Фенелонов В. Б., Мельгунов М. С. Адсорбционно-капиллярные явления и пористая структура катализаторов и адсорбентов: Сборник задач и вопросов с ответами и решениями. – НГУ. Новосибирск, 2010. – 190 с.

б) дополнительная литература:

- Пахомов Н. А. Научные основы приготовления катализаторов: введение в теорию и практику. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. – 262 с.
- Болдырев В. В. Механохимия и механическая активация твердых веществ // Успехи химии. – 2005. – Т.75. – №3. – с. 204–216.
- Чайкина М. В. Механохимия природных и синтетических материалов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. –223 с.
- Synthesis of Solid Catalysts. / Ed. K.P. de Jong. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. – 402 p.

в) ресурсы сети Интернет:

- База данных цитирования издательства Elsevier. Библиографическая информация, информация о цитировании, ссылки на полные тексты. – <https://www.scopus.com>
- Информационно-аналитическая платформа компании Clarivate Analytics – <https://www.webofscience.com>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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.

Лаборатории, оснащенные вытяжными шкафами, измерительными инструментами (аналитические весы, термометры), стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой и следующим оборудованием:

- активатор планетарный фрикционный дискретный АГО-2;
- мешалки магнитные Iка
- сушильный шкаф ШС-80-01;
- печь муфельная ПМ14М1.

15. Информация о разработчиках

Харламова Тамара Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.