

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

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

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Князев

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских и/или производственных 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. Проводит поиск, анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике исследовательской работы

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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- устный опрос;
- отчёты по лабораторным работам;
- проверочная работа.

Устный опрос (ИПК 1.1, ИПК 3.1)

Устный опрос модуля «Научные основы приготовления катализаторов» используется как средство промежуточного контроля остаточных знаний на лекционных и практических занятиях.

Примеры вопросов:

а) Какие свойства системы «носитель–наносимое вещество» необходимо знать, чтобы, не проводя специальных экспериментов, предсказать, будет ли данное вещество адсорбироваться на поверхности оксидного носителя из водного раствора или нет?

б) На чем основано принципиальное различие в проведении процесса формирования гидроксидов по золь-гель методу и традиционному осаждению через коагель.

в) В чем причина существенного уменьшения скорости кристаллизации гидроксида магния, получаемого по золь-гель методу?

г) На каких стадиях необходимо регулировать удельную поверхность оксидов алюминия, получаемых соответственно из байерита и псевдобемита?

Отчёты по лабораторным работам (ИПК 1.1-1.3, ИПК 3.1-3.2)

По результатам выполненных лабораторных работ каждый студент составляет отчет. Отчет включает в себя цель и задачи работы, краткое изложение теоретических основ (в том числе основные понятия, законы, уравнения и др.), порядок и методику выполнения

работы, результаты эксперимента в виде таблиц и графиков, выводы по работе, содержащие качественные и количественные результаты исследований.

Критерии оценивания:

Оценка «Зачтено» ставится при выполнении следующих условий:

– лабораторная работа выполнена в полном объеме; структура отчёта соответствует вышеописанным пунктам, в отчете правильно и аккуратно оформлены все необходимые записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления, сделанные выводы соответствуют задачам работы и содержат итоговые качественные и количественные результаты исследований;

– лабораторная работа выполнена в полном объеме; структура отчёта соответствует вышеописанным пунктам, в отчете оформлены все таблицы, рисунки, графики, вычисления, но допущено два-три недочета, или не более двух негрубых ошибок (не влияющих на качество выводов), сделанные выводы соответствуют задачам работы и содержат итоговые качественные и количественные результаты исследований;

Оценка «Не зачтено» ставится при выполнении следующих условий:

– обучающийся не выполнил работу;

– качество проведенных измерений не позволяет сделать верных и обоснованных выводов (допущены принципиальные ошибки в измерениях, вычислениях, в выполнении работы);

– лабораторная работа выполнена не полностью, так что объем выполненных наблюдений/измерений не достаточен для достижения поставленной в работе цели и не позволяет сделать верных и обоснованных выводов.

Проверочные работы (ИПК 1.1-1.2, ИПК 3.1-3.2)

Примеры тестовых вопросов и задач из проверочных работ:

Вопрос 1.

Оптимальная пористая структура катализатора определяется...

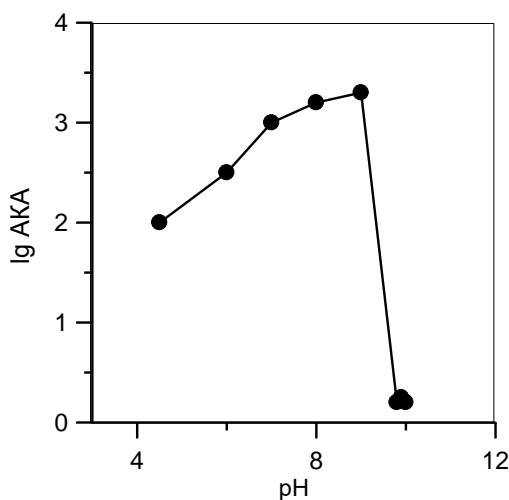
А) его удельной каталитической активностью;

Б) кинетическими параметрами реакции;

В) особенностями массопереноса реагирующих веществ.

Вопрос 2.

Чем обусловлена наблюдаемая зависимость атомной каталитической активности  $\text{Cu}/\text{цеолит-}\text{Y}$  катализатора в реакции окисления  $\text{CO}$  от  $\text{pH}$  раствора, используемого для приготовления катализатора?



Зависимость атомной каталитической активности  $\text{Cu}/\text{цеолит-}\text{Y}$  катализатора в реакции окисления  $\text{CO}$  от  $\text{pH}$  раствора

А) с полимеризацией продуктов гидролиза ионов меди в пропиточном растворе;

Б) с изменением заряда иона меди в пропиточном растворе.

Задача 1. Гранулы носителя сформированы из 70 вес.%  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с плотностью  $\rho_1 = 3,3$  г/см<sup>3</sup> и удельным объемом пор в частицах  $V_{\Sigma} = 0,5$  см<sup>3</sup>/г  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 30 вес.% гидраргиллита  $\text{Al}(\text{OH})_3$  с плотностью  $\rho_2 = 1,43$  г/см<sup>3</sup> и  $V_{\Sigma} = 0$ . Суммарная пористость гранул после сушки  $\varepsilon_0 = 0,5$ , удельная поверхность  $S = 140$  м<sup>2</sup>/г. Термообработка гранул сопровождается топомхимической реакцией  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  с удалением воды и полным псевдоморфным превращением  $\text{Al}(\text{OH})_3$  без изменения внешнего размера гранулы. Средний размер новообразующихся первичных частиц  $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 4$  нм.

Рассчитать удельную поверхность, удельный объем пор  $V_v$ , кажущуюся плотность  $\delta$  и пористость гранул, полученных после термообработки, допуская, что исходный гидраргиллит был непористым, а его удельная поверхность была пренебрежимо мала.

Задача 2. Нанесенные платиновые катализаторы готовят методом адсорбции  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  на поверхности пористого оксида алюминия из избытка (по отношению к влагеёмкости) пропиточного раствора. Продолжительность пропитки достаточна для установления сорбционного равновесия. Процесс адсорбции проводят в условиях, описываемых уравнением Генри. После отделения катализатора от пропиточного раствора его сушат и прокалывают на воздухе. Определите содержание платины в катализаторе при использовании диффузионного режима пропитки при следующих условиях:  $C_0 = 13,2$  г/л – начальная концентрация платины в пропиточном растворе;  $m = 1$  г – масса носителя;  $V_{\Sigma} = 0,3$  см<sup>3</sup>/г – объем пор носителя;  $V_0 = 5 V_{\Sigma}$  – объем пропиточного раствора;  $K = 6$  см<sup>3</sup>/г – константа адсорбционного равновесия.

Оцените значение параметра сорбции  $R_{\text{max}}$ , определяемого как отношение количества адсорбированной платины к ее неадсорбированной части. Каков физический смысл полученного выражения?

Критерии оценивания: задание считается выполненным, если обучающий ответил правильно на 60% вопросов.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Изучение дисциплины завершается зачётом, допуском к которому является сдача отчетов по всем выполненным лабораторным работам и защита одного из отчётов в группе.

#### **Информация о разработчиках**

Харламова Тамара Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра физической и коллоидной химии, доцент.