

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

**Химическая технология**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Шелковников

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-1. Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности;

БК-2. Способен использовать этические принципы в профессиональной деятельности;

БК-3. Способен использовать принципы и средства профессиональной коммуникации для эффективного взаимодействия;

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения;

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-5. Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК 1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РОБК 2.1 Знает основы и принципы профессиональной этики в соответствующей области профессиональной деятельности

РОБК 2.2 Умеет проектировать решение профессиональных задач с учетом принципов профессиональной этики

РОБК 3.2 Умеет выстраивать профессиональную коммуникацию; представлять результаты своей работы с учетом норм и правил принятых в профессиональном сообществе.

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 3.2 Умеет решать расчетно-теоретические задачи химической направленности по разработанным методикам, использовать аппарат теоретической химии и физики для грамотной интерпретации полученных результатов

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

РОПК 5.3 Умеет проводить испытания инновационной продукции

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- коллоквиум;
- реферат;
- отчеты по лабораторным работам

**Коллоквиум (РООПК 1.1, РООПК 1.2, РООПК 3.2, РОПК 1.2)**

1. Моделирование химико-технологических процессов. Применение теории подобия в химической технологии.

2. Цель и алгоритм расчета теплообменных аппаратов (на примере кожухотрубчатого теплообменника).

3. За сколько времени изменится уровень жидкости в мернике (цилиндрическом сосуде) диаметром 1,2 метра, диаметр сливного отверстия внизу мерника 19 мм, высота столба жидкости начальная 2 метра, конечная 0,36 метра. Коэффициент расхода 0,6.

4. Определить необходимую поверхность противоточного теплообменника для нагревания минерального масла от температуры  $t_1 = 20$  °С до  $t_2 = 130$  °С. Нагрев осуществляется органическим теплоносителем, имеющим начальную температуру 150 °С. Расходы жидкостей  $G_1 = 3500$  кг/ч (минеральное масло) и  $G_2 = 8000$  кг/ч расход теплоносителя. Теплоемкость минерального масла составляет 1600 Дж/(кг·К), теплоемкость теплоносителя – 1700 Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи  $K = 139,5$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

5. Определить количество полученных продуктов (в кг/ч) и действительное число тарелок в ректификационной колонне для получения уксусной кислоты из ее смеси с водой. Расход смеси равен 4500 кг/ч. Исходная смесь содержит 40 % (мас.), дистиллят 72,9 % (мас.) воды, а кубовый остаток 98,5 % (мас.) уксусной кислоты; флегмовое число  $R = 2,3$ ; коэффициент полезного действия тарелки 80 %.

6. Рассчитать МБ для получения 3725 кг/ч изобутилена дегидратацией изобутилового спирта, зная: чистота продукта 99,5 % мас., мольная конверсия спирта по реакции 65 % (побочными реакциями пренебречь), содержание воды в углеводородах на выходе из сепаратора 5 % мас., растворимость спирта в воде 7,0 % мас., растворимостью изобутилена в воде пренебречь. Содержание НК в кубовом остатке 0,1 % мас. Содержание воды в сырье 1,0 % мас.

Критерии оценивания:

Результаты коллоквиума определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы и все задачи решены без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если допущено не более одной ошибки при ответе на теоретические вопросы или решении задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если допущено не более двух ошибок при ответе на теоретические вопросы или решении задач.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если допущено более двух ошибок при ответе на теоретические вопросы или решении задач.

## **Реферат** (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОБК 2.1, РОБК 2.2, РОПК 5.2, РОБК 3.2, РООПК

2.1)

Написать реферат на выбранную тему.

Перечень тем рефератов:

1. Способы интенсификации процесса теплообмена в кожухотрубчатых теплообменных аппаратах;
  2. Современные инструменты САПР;
  3. Особенности технологического расчета колонных аппаратов;
  4. Различия моделей РИС и РИВ, критерии их применения;
  5. Типы и особенности контактных устройств массообменных аппаратов;
  6. Типы, конструкции и особенности применения теплообменного оборудования;
  7. Расчет теплообменного оборудования на примере кожухотрубчатого теплообменника (цель, алгоритм, варианты расчета);
  8. Производство азотной кислоты;
- И т.д.

Критерии оценивания:

Результаты написания реферата определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если тема реферата раскрыта полностью, объем реферата не менее 20 страниц и степень оригинальности не менее 75 %.

Оценка «хорошо» выставляется, если тема реферата раскрыта не полностью, объем реферата не менее 20 страниц и степень оригинальности не менее 75 %.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если тема реферата раскрыта не полностью, объем реферата менее 20 страниц и степень оригинальности не менее 75 %.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если степень оригинальности менее 75 %.

## **Отчет по лабораторной работе** (РООПК 1.2, РООПК 1.3, РОПК 5.2)

Выполнить лабораторную работу «Получение КСI из сильвинита» и разработать отчет по лабораторной работе. В отчет включить:

1. Ход выполнения;
2. Материальный баланс лабораторного опыта;
3. На основании теоретических данных и результатов лабораторной работы разработать технологическую схему процесса и материальный баланс для получения 10 000 тонн/год КСI из сильвинита;
4. Защитить отчет.

Критерии оценивания:

Результаты защиты отчета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если отчет полный, разработанная технологическая схема промышленного процесса верная и логичная, материальный баланс лабораторной стадии и промышленного процесса верен. Даны верные ответы на дополнительные вопросы при защите отчета.

Оценка «хорошо» выставляется, если допущено не более одной ошибки при ответе на дополнительные вопросы, отчет полный, однако технологическая схема разработана с не принципиальными логическими ошибками или материальный баланс не точен.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если отчет не полный, технологическая схема разработана с принципиальными ошибками, материальный баланс процесса не разработан или не верен.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не разработан отчет или технологическая схема.

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

Экзаменационный билет состоит из трех частей.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий РООПК 1.1 Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий РООПК 1.2 и оформленный в виде практической задачи. Ответы на вопрос второй части предполагает решение задачи.

Третья часть содержит один вопрос, проверяющих РООПК 3.2 и оформленный в виде практической задачи. Ответы на вопрос третьей части предполагает решение задачи.

Перечень теоретических вопросов:

1. Расшифровка марок стали в соответствии с ГОСТ. Какие виды стали бывают. Привести по 1 примеру процессов, где используются жаропрочные, коррозионностойкие, низколегированный углеродисты стали.

2. Основные принципы химической технологии. Что означают. Привести по 1-2 примеру мер при использовании каждого из принципов.

3. Виды графических моделей ХТС, отличия и для чего используются.

Примеры задач:

1. В реакторе протекает реакция второго порядка  $2A \rightarrow R$  с константой скорости  $2,8 \cdot 10^{-1}$  л/(моль·с). Начальная концентрация вещества А на входе в реактор равна 0,85 моль/л, степень превращения вещества А 0,90. Определите, какое количество вещества А можно переработать в РИС объемом 2 м<sup>3</sup> и в РИВ объемом 0,6 м<sup>3</sup>.

2. Определить потери тепла и температуру внутренней стенки печи толщиной  $\delta = 0,5$  м. Температура газов в печи  $t_r = 900$  °С, температура окружающего воздуха  $t_b = 20$  °С, коэффициент теплоотдачи печных газов  $\alpha_r = 30$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), средняя теплопроводность стенки  $\lambda = 1,8$  Вт/(м·К), коэффициент теплоотдачи от стенки к окружающей среде  $\alpha_b = 8$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

3. Рассчитать материальный баланс по принципиальной технологической схеме, представленной на рисунке 1.

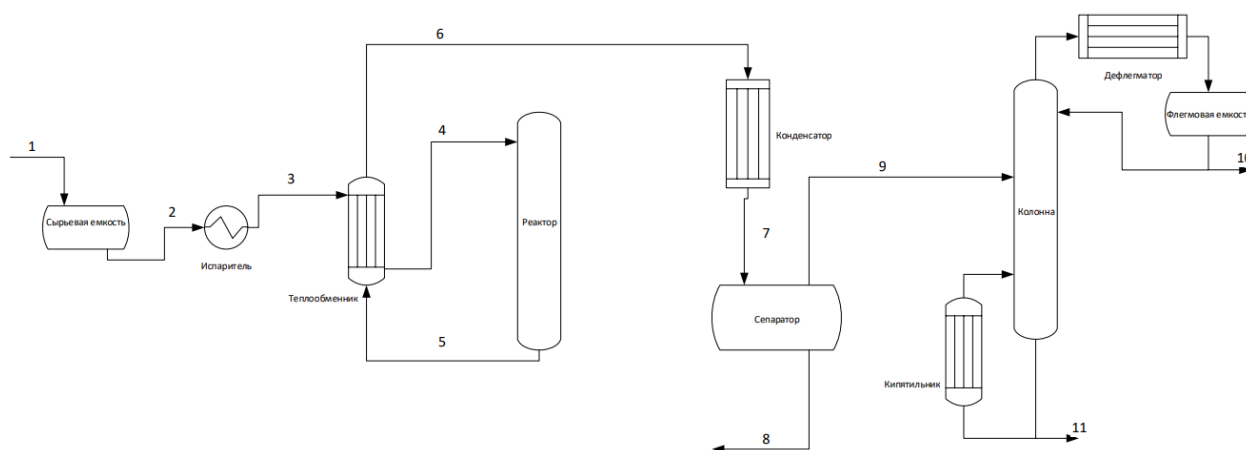


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема химико-технологического процесса

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если на теоретический вопрос дан развернутый ответ и все задачи решены без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если на теоретический вопрос не дан развернутый ответ и все задачи решены без ошибок.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если на теоретический вопрос дан развернутый ответ, но при решении обеих задач допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если на теоретический вопрос не дан развернутый ответ и не решена ни одна из задач.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

1. Как называются аппараты, использующиеся для передачи теплоты между технологическими потоками
  - а) Теплообменные аппараты
  - б) Колонные аппараты
  - в) Реактора
  - г) Газотурбинные агрегаты
2. Предельным значением энергии, которое может быть полезным образом использовано в термодинамическом процессе с учётом ограничений, накладываемых законами термодинамики, называется
  - а) Энтальпия
  - б) Эксергия
  - в) Внутренняя энергия
  - г) Энтропия
3. Понятие степень превращения относится к
  - а) Полупродуктам
  - б) Отходам производства
  - в) Продуктам
  - г) Сырью
4. Химическое производство это
  - а) Совокупность процессов переработки сырья в нужные продукты с использованием химических превращений, осуществляемых в предназначенных для этого машинах и аппаратах
  - б) Совокупность параметров, определяющих условия работы аппаратов или систем аппаратов
  - в) Последовательность химических и физико-химических процессов целенаправленной переработки исходных веществ в продукты

Ключи: 1 а), 2 б), 3 г), 4 а).

#### **Информация о разработчиках**

Автор программы: Норин Владислав Вадимович, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, ассистент.

Рецензент: Галанов Сергей Иванович канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.