

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ивановский государственный химико-технологический университет»

Факультет неорганической химии и технологии

Кафедра технологии неорганических веществ



Утверждаю:
Проректор по научной работе
С.А. Сырбу

"21" 11 2016 г.

**Рабочая учебная программа дисциплины
«Технология неорганических веществ»**

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Профиль подготовки	Технология неорганических веществ
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

Иваново, 2016

1. Цели освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Технология неорганических веществ» охватывает широкий круг вопросов по теоретическим и прикладным основам неорганической технологии. В процессе освоения дисциплины аспирант должен показать знания современного состояния и перспектив развития существующей отрасли науки и производства, показать теоретические и практические знания, уметь дать общую и детальную характеристику производства различных неорганических продуктов, уметь показать проблемы технологического плана с решением социально-экономических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина относится к блоку 1 и основывается на изучении дисциплин бакалавриата и магистратуры, в том числе неорганической, органической, физической, аналитической химии, общей химической технологии, процессов и аппаратов химической технологии, а также специальных дисциплин.

Для успешного усвоения дисциплины аспирант должен:

знать

- основные закономерности химических процессов;
- основные химические производства;
- основные принципы организации химического производства, его структуру;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и физико-химических моделей;
- основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов и химических превращений;
- основные понятия теории управления технологическими процессами;

уметь

- выполнять материальные, тепловые и конструктивные расчёты, выбирать и обосновывать рациональную технологическую схему производства продукта, оценивать экономическую и технологическую эффективность производства, использовать основные химические законы, справочные данные для решения задач синтеза различных соединений, проводить качественный и количественный анализ с помощью химических и физико-химических методов;

владеть

- методами технологических расчётов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования химической аппаратуры;
- методами проведения физико-химического анализа сырья и химических продуктов;
- общими принципами и технологическими приёмами получения продуктов неорганического синтеза;
- методами анализа эффективности работы химических аппаратов и производств;
- современной научно-технической и патентной информацией в области химии и химической технологии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, планируемые результаты обучения.

Выпускник, освоивший программу курса, приобретает следующие компетенции:

- способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);
- владением культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационнокоммуникационных технологий (ОПК-2);

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

Планируемые результаты обучения - знания, умения, навыки и опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы приведены в приложении А к данной рабочей программе.

4. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед., 144 часа

Вид учебной работы	Всего часов	семестр
		4
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (всего)	108	108
В том числе:		
реферат		
Другие виды самостоятельной работы	54	54
Подготовка к текущим занятиям и коллоквиумам		
Подготовка к экзамену	54	54
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой		
Общая трудоёмкость	час зач. ед.	144 4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№пп	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Сырьевая база производств неорганических веществ и материалов	Сырьевые проблемы химической промышленности. Требования, предъявляемые к сырью. Характеристика, основные месторождения и запасы различных видов сырья. Принципы и основные показатели процесса обогащения сырья. Комплексное использование сырья. Утилизация и переработка отходов. Природные источники сырья для получения промышленных газов. Характеристика основных видов сырья для производства катализаторов, кислот, минеральных удобрений, солей, щелочей.
2	Теоретические основы химико-	Термодинамические свойства веществ, идеальных и реальных химических систем. Влияние параметров

	технологических процессов	химических систем на термодинамические характеристики. Методы расчёта термодинамических характеристик веществ, химических и фазовых превращений. Эксергия и эксергетический анализ химико-технологических систем. Характеристика основных типов систем. Принципы химического и фазового равновесия. Кинетика химических реакций. Кинетика гетерогенных процессов: стадии и области протекания. Каталитический метод ускорения химических превращений.
3	Типовые процессы в технологии неорганических веществ	Технологические процессы в технологии производства синтез-газа. Газификация твердого и жидкого топлива. Крекинг, конверсия углеводородного сырья. Плазмохимические процессы. Методы разделения многокомпонентных газовых смесей. Основы получения низких температур. Сорбционные методы разделения газовых смесей. Твёрдые и жидкие сорбенты. Промышленные методы очистки газовых сред от сернистых соединений, оксидов азота, углерода, паров воды, хлора. Равновесие в водно-солевых системах. Графические методы изображения равновесий дву-трёх-четырёхкомпонентных систем. Использование диаграмм растворимости для выбора рациональных переработки сложных солевых систем. Взаимодействие в системах твёрдое-газ, твёрдое-твёрдое в солевой технологии. Взаимодействие в системе твёрдое-жидкое. Кинетика растворения и пути интенсификации процесса. Технологии важнейших неорганических веществ: аммиак, метанол, серная, азотная и фосфорная кислоты, минеральные удобрения, соли. Основные тенденции развития предприятий отрасли. Технология неорганических химических реактивов и особо чистых веществ.
4	Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов	Методы научного познания. Эмпирические и теоретические знания, их диалектическое единство. Основные задачи экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ. Специфика научных исследований в неорганической технологии. Исследование кинетики химических реакций и массообмена в гетерогенных системах. Математическое моделирование и обработка экспериментальных данных. Специфика изучения процессов в различных средах. Организация эксперимента. Статистическая обработка экспериментальных данных. Физико-химические методы исследования неорганических веществ и материалов. Техничко-экономическая оценка результатов исследования.
5	Принципы модернизации и создания малоотходных	Проблемы создания безотходной технологии-технологии полного использования всех компонентов сырья при минимальном расходе материальных ресурсов и энергии. Характеристика отходов и газовых выбросов отрасли.

	производств	Разработка новых технологических процессов исключающих выбросы вредных веществ. Технология очистки газовых выбросов, сточных вод. Проблемы утилизации и переработки отходов производств.
--	-------------	--

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Количество часов				Всего
		лекц.	лаборат.	практич.	СР	
1.	Сырьевая база производств неорганических веществ и материалов	2	-	4	15	21
2.	Теоретические основы химико-технологических процессов	2	-	4	20	26
3.	Типовые процессы в технологии неорганических веществ	4	-	8	25	37
4.	Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов	2	-	4	20	26
5.	Принципы модернизации и создания малоотходных производств	2	-	4	28	34
Итого часов:		12		24	108	144

6. Практические занятия (семинары)

№	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)
1.	Сырьевая база производств неорганических веществ и материалов	Проблемы развития и расширения сырьевой базы. Вторичные источники сырья
2.	Теоретические основы химико-технологических процессов	Кинетика и термодинамика химико-технологических процессов
3.	Типовые процессы в технологии неорганических веществ	Проблемы совершенствования техники и технологии
4.	Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов	Применение современных методов исследования. Обработка экспериментальных данных
5.	Принципы модернизации и создания малоотходных производств	Экологические проблемы отрасли. Экономия топлива и материальных ресурсов.

7. Самостоятельная работа

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Сырьевая база производств неорганических веществ и материалов	Анализ современной научно-технической литературы
2.	Теоретические основы химико-технологических процессов	Теоретическое обоснование экспериментальных данных
3.	Типовые процессы в технологии неорганических веществ	Написание обзоров, рефератов. Обсуждение проблем развития отрасли
4.	Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов	Обсуждение данных исследования. Подготовка и анализ работ студентов по данной тематике
5.	Принципы модернизации и создания малоотходных производств	Технико-экономические расчёты по теме исследований

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Приведен в приложении Б к данной рабочей программе.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Чернышов А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение.-М.:Инфохим.2009.-544 с.
2. Технология переработки природного газа и газового конденсата.:Учебное пособие.- Санкт-Петербург, 2011.-270 с.
3. Ильин А.П., Кунин А.В., Ильин А.А. Производство азотной кислоты: учебное пособие ; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.– Иваново, 2011.– 270 с.
4. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: учебное пособие для вузов / О.В. Крылов- М.:ИКЦ «Академический», 2004.-679 с.
5. Пахомов Н.А. Научные основы приготовления катализаторов: введение в теорию и практику // Новосибирск: изд-во СО РАН, 2011– 262 с.
6. Морозов Л.Н., Буров А.В. Расчет гетерогенных химических процессов в

производстве аммиака, метанола и карбамида.: Учебное пособие, Иван. гос. хим. ун-т.- Иваново, 2013.-76 с.

7. Ильин А.П., Кунин А.В. Производство азотной кислоты: Учебное пособие.-2 изд., испр.-Спб: изд-во Лань, 2013.-256 с.

б) дополнительная литература

1. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под. ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Бордского.- М.: Химия, 1987.- 464 с.
2. Основы технологии фосфорных и комплексных удобрений / А.В. Кононов, В.Н. Стерлин, Л.И. Евдокимова.- М.: Химия, 1988.- 320 с.
3. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений / Учебник для Высших учебных заведений- 6-е изд.- Л.: Химия, 1989.- 352 с.
4. Кислотные методы переработки фосфатного сырья / Е.Л. Яхонтова, И.А. Петропавловский, В.Ф. Камышов и др.- М.: Химия, 1988.- 288 с.
5. Технология калийных удобрений / Под ред. В.В. Печковского.- Минск: Вышэйшая школа, 1978.- 304 с.
6. Кашкаров О.Д., Соколов Н.Д. Технология калийных удобрений.- Л.: Химия, 1978.- 247 с.
7. Крашенинников С.А. Технология соды.- М.: Химия, 1988.- 304 с.
8. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды.- М.: Химия, 1986.- 312 с.
9. Производство кальцинированной соды при комплексной переработке нефелинового сырья / М.Л. Варламов, С.В. Беленький, Е.Л. Кричевская и др.- М.: Химия, 1977.- 176 с.
10. Производство глинозема / А.И.Лайнер, Н.И.Еремин, Ю.А.Лайнер и др.- М.: Металлургия, 1978.- 344 с.
11. Викторов М.М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ.- М.: Химия, 1972.- 464 с.
12. Позин М.Е. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ.- Л.: Химия, 1980.-368 с.
13. Комплексное использование сырья и отходов / Б.М. Равич, В.П. Окладников, В.Н. Лигач и др.- М.: Химия, 1988.- 288 с.
14. Мельников Е.Я. и др. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений.- М.: Химия, 1983.- 432 с.
15. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям.- М.: Химия, 1977.- 376с.
16. Позин М.Е., Копылев Б.А., Бельченко Т.В. и др. Расчеты по технологии неорганических веществ.- Л.: Химия, 1989.- 492 с.
17. Ильин А.П., Морозов Л.Н., Смирнов Н.Н. Химическая технология неорганических веществ: Сборник лабораторных работ. Иваново, 2002.- 80 с.
18. Менковский М.А., Яворский В.Т. Технология серы. М.: Химия. 1985.-328 с.
19. Васильев В.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1985 - 384 с.
20. Технология связанного азота; Учеб. для химико-технол. вузов/ В.И.Атрощенко, А.М.Алексеев, А.П.Засорин и др.; Под ред. В.И.Атрощенко. - Киев. Вища шк., 1985 - 327 с.
21. Справочник азотчика: В 2 т./Под ред. Е.Я.Мельникова. - М.: Химия, Т.1 - 1986. - 512 с, Т.2- 1987.-464 с.
22. Кучерявый В.И., Лебедев В.В. Синтез и применение карбамида. -Л: Химия, 1970. - 447 с.
23. Производство аммиака/ В.П.Семенов, Т.Р.Кисилев, А.Л.Орлов и др.; Под ред. В.П.Семенова. - М.. Химия; 1985. - 368 с
24. Технология синтетического метанола/М.М.Караваяев, В.Е.Леонов, И.Г.Попов, Е.Т.Шепелев; Под ред. М.М.Караваяева. - М: Химия, 1984. - 240 с.

25. Горловский Д.М., Альтшулер Л.Н., Кучерявый В.И. Технология карбамида. - Л.:Химия, 1981. -320 с.
26. Химические вещества из угля/Под ред. Ю.Фальбе. - М.: Химия, 1980. -616 с.
27. Фабич Б.М., Окладников В.П., Лигач В.Н. и др. Комплексное использование сырья и отходов. М.. Химия, 1988. -288с.
28. Иоффе И.И., Письмен Л.М. Инженерная химия гетерогенного катализа. Л.:Химия, 1972. -464 с.
29. Сеттерфилд Ч. Практический курс гетерогенного катализа. М.: Мир, 1984. -520 с.
30. Бесков В.С., Флокк В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. М.: Химия, 1991. -256 с.
31. Кузнецов Л.Д. и др. Синтез аммиака. М.: Химия, 1982.– 296 с.
32. Лебедев Н.Н. Химия технология основного органического синтеза. М.:Химия,1988.- 592 с.
33. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности/ Бонне М., Заичко Н.Д., Караваев М.М. и др.; Под ред. А.М.Олевского. - М.: Химия, 1985. -400 с.

в) программное обеспечение

СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows 10

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro, Actrix Technical, Mathcad 14 Enterprise Edition, Origin 7

г) информационные справочные системы (при необходимости)

- Информационная система «eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА»
- Информационная система «Scirus - for scientific information» (<http://www.scirus.com>)
- Информационная система «Springer - International Publisher Science, Technology, Medicine» (www.springer.com)
- Портал «Нано Инфо» (<http://nano-info.ru>)
- Портал «Нанотехнологии - Нано Дайджест» (<http://nanodigest.ru>)
- Портал «Нанометр – Нанотехнологическое сообщество» (<http://www.nanometer.ru>)
- Журнал "Российские нанотехнологии" (<http://nanoru.ru>)
- Журнал прикладной химии

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

(далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ЭБС «Лань». Пакет «Химия» <http://e.lanbook.com/books>
2. Архив научных журналов издательства Royal Society of Chemistry <http://pubs.rsc.org/>
3. База данных публикаций в научных журналах и патентов Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Издательство Springer <http://link.springer.com/>
5. Библиографическая база данных Scopus <http://www.scopus.com/>
6. Реферативный журнал «Химия»
7. Отраслевой вестник <http://unsm.ru/Page513.html>
8. База данных «WWW-МИНКРИСТ - Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов» (<http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>)
9. База данных «Mineralogy Database» (автор David Barthelmy) (<http://webmineral.com>)

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Ильин А.П., Кунин А.В., Ильин А.А. Производство азотной кислоты: учебное пособие ; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.– Иваново, 2011.– 270 с.
2. Технология переработки природного газа и газового конденсата.: Учебное пособие.- Санкт-Петербург, 2011.-270 с.
3. Морозов Л.Н., Буров А.В. Расчет гетерогенных химических процессов в производстве аммиака, метанола и карбамида.: Учебное пособие, Иван.гос.хим.ун-т.- Иваново,2013.-76 с.
4. Ильин А.П., Кунин А.В. Производство азотной кислоты: Учебное пособие.-2 изд., испр.-Спб: изд-во Лань, 2013.-256 с.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной видеопроектором. Лабораторные занятия ведутся в помещении кафедры ТНВ.

При проведении занятий используются следующие приборы: рентгеновская установка ДРОН-М и ДРОН-3М, атомно-силовой микроскоп Solver 47PRO, ИК-спектрометр «Avatar 360 FT – IR ESP», лазерный дисперсионный анализатор микрочастиц ANALIZETTE 22, дериватограф Q-1500, прибор синхронного термического анализа STA 449 F3, автоматизированный прибор ASAP-2400, компьютерная техника., лабораторные установки на кафедре ТНВ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ТНВ _____ А.П. Ильин

Программа одобрена на заседании кафедры № протокола 8 от 18.11 2016 г.

ПАСПОРТ

компетенции «ОПК-1 способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий» при освоении ООП ВО

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Профиль подготовки	Технология неорганических веществ
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции. Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Содержание: **способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий.**

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	знать: <ul style="list-style-type: none">- основные методики и технологии научного труда, принципы организации и управления научными исследованиями в различных учреждениях;- принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций;- классификацию, виды и направления научной деятельности;- порядок подготовки и оформления заявочной документации в различных конкурсах, грантах, отчетной документации и пр., сопровождения научных проектов;- принципы организации и проведения научных мероприятий;- основные научные проблемы в области химической технологии, возможные методы и средства их решения.	Называет принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций; характеризует основные методики и технологии научного труда, принципы организации и управления научными исследованиями в различных учреждениях в области химических технологий; проводит классификацию, виды и направления научной деятельности; выделяет особенности подготовки и оформления заявочной документации в различных конкурсах, грантах, отчетной документации и пр., сопровождения научных проектов; знает основные научные проблемы в области химической технологии, возможные методы и средства их решения.
2.	уметь: <ul style="list-style-type: none">- планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива;- осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате и магистратуре для выполнения научно-исследовательских и квалификационных работ.	Называет и характеризует методы подбора обучающихся в бакалавриате и магистратуре для выполнения научно-исследовательских и квалификационных работ; определяет характер и основания своих действий при планировании научной работы, формировании состава рабочей группы и оптимизации распределения обязанностей между членами исследовательского коллектива.
3.	владеть: <ul style="list-style-type: none">- организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива;- навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде;- современными методами исследования в области химических технологий.	Имеет опыт организации коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде; применяет организаторские способности, навыки планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива в организации и проведении фундаментальных и

	прикладных научных исследований в области химических технологий; оценивает значимость современных методов исследования.
--	---

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у аспирантов-выпускников вуза

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1. Минимальный уровень	Аспирант владеет общими принципами организации научно - исследовательской работы в России и за рубежом. Имеет опыт использования планирования и проведения научной работы в области химических технологий. Способен применять современные методы исследования в научной работе.	Имеет представление об основах менеджмента в российской и западной экономической культуре, управлении в сфере науки, законодательной основе, субъектах научной деятельности. Понимает приоритеты развития научной деятельности, государственное регулирование научно - исследовательской деятельности в РФ. Знает особенности подготовки научных и научно-педагогических кадров, систему ученых степеней и званий, систему докторантуры и аспирантуры. Руководит научно - исследовательской работой бакалавров и магистрантов.
2. Базовый уровень	Аспирант знает классификацию, виды и направления научной деятельности. Владеет способностями организации и проведения научных исследований. Использует особенности управления научными коллективами для организации и проведения фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий.	Знает направления научной деятельности, систему классификации наук и номенклатуру (естественные науки и математика, гуманитарные и социально-экономические науки, технические науки, сельскохозяйственные науки, фундаментальные (теоретические) и прикладные науки). Формулирует методологические требования к организации научных исследований. Постановка проблемы, выбор объекта, предмета, определение цели и основных задач исследования. Формулирование гипотезы исследования. Разработка программы (планов) по методике исследования. Сбор и обработка научных фактов. Корректировка гипотезы в ходе исследования. Оформление и теоретическое обоснование результатов

			исследования.
3.	Продвинутый уровень	<p>Аспирант самостоятельно может осуществлять подготовку и оформление заявочной и отчетной документации, сопровождение научных проектов.</p> <p>Способен организовывать и проводить научные мероприятия.</p> <p>Свободно владеет способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий.</p>	<p>Способен и готов самостоятельно составлять отчетную документацию по грантам, проектам, государственным контрактам, тематическим планам.</p> <p>Знает структуру отчетов, особенности их оформления по ГОСТам.</p> <p>Готов и способен подготавливать и проводить различные виды научных мероприятий: конференции, семинары, симпозиумы и др.; региональные, национальные и международные мероприятия. Планировать научные мероприятия. Выбирать и обосновывать тематики мероприятия.</p> <p>Владеет способностью управления научно-исследовательской деятельностью коллективов, менеджментом в научной сфере.</p>

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.Б.1	Иностранный язык	+	+						
Б1.В.ОД. 4	Технологии управления научными исследованиями и коллективами					+			
Б1.В.ОД. 5	Технология неорганических веществ				+				
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с ФГОС ВО по направлению 18.06.01 «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология неорганических веществ»

ПАСПОРТ

компетенции «ОПК-2 владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно - коммуникационных технологий» при освоении ООП ВО

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Профиль подготовки	Технология неорганических веществ
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции. Общепрофессиональная компетенция ОПК-2

Содержание: **владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно - коммуникационных технологий.**

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	знать: <ul style="list-style-type: none">- современные методы исследования в области химической технологии;- основные научные проблемы в области химической технологии, методы и средства их решения;- теоретические и практические основы современных информационно - коммуникационных технологий;- основные виды и процедуры поиска и обработки научной информации в области химических технологий;- математические модели объектов и процессов своей предметной области;- основные методы и средства обеспечения информационной безопасности.	Владеет культурой научного исследования в области химических технологий, современными методами исследования; объясняет основные виды и процедуры поиска и обработки научной информации в области химических технологий; называет теоретические и практические основы современных информационно - коммуникационных технологий; характеризует математические модели объектов и процессов области химических технологий; формулирует основные методы и средства обеспечения информационной безопасности.
2.	уметь: <ul style="list-style-type: none">- использовать современные методы и средства поиска научной информации;- разрабатывать модели объектов и явлений в области химической технологии;- применять методы математического моделирования для решения технических и исследовательских задач;- использовать современные прикладные программные средства общего и специального назначения.	Понимает и оценивает важность методов математического моделирования для решения технических и исследовательских задач в области химических технологий; способен использовать современные методы и средства поиска научной информации; применяет современные прикладные программные средства общего и специального назначения.
3.	владеть: <ul style="list-style-type: none">- современными технологиями доступа к удаленным данным;- методикой построения и анализа математических моделей для оценки состояния и прогноза развития технических явлений и процессов;- навыками применения современного инструментария для интерпретации и защиты информации.	Владеет навыками применения современного инструментария для интерпретации и защиты информации; применяет навыки владения и методикой построения и анализа математических моделей для оценки состояния и прогноза развития технических явлений и процессов; называет, характеризует и оценивает основные современные технологии доступа к удаленным данным.

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у аспирантов-выпускников вуза

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
1. Минимальный уровень	Аспирант владеет информационными технологиями поиска информации. Имеет опыт использования технологий и средств доступа к удаленным данным. С применением новейших информационно-коммуникационных технологий способен находить и изучать информацию в области химических технологий.	Владеет основной терминологией и формами организации информационно-поисковых систем в области химических технологий; имеет представление о сетевых технологиях, прикладных возможностях телеинформационных систем (передаче формализованной информации, доступе к удаленным базам данных) для выполнения научно - исследовательских работ.
2. Базовый уровень	Аспирант знает общие подходы к моделированию объектов и систем. Владеет обработкой и анализом данных с использованием компьютерных технологий.	Использует основные понятия теории моделирования, общую методику создания математических моделей, их классификацию, методологию системного подхода для научных исследований в области химических технологий. Знает и применяет современный статистический анализ данных на компьютере; корреляционный и регрессионный анализы; проверку значимости и адекватности данных. Осуществляет интерпретацию данных научных исследований, полученных в области химических технологий, математическое планирование эксперимента.
3. Продвинутый уровень	Аспирант самостоятельно может использовать мультимедийные технологии для решения научных и практических задач в области химических технологий. Свободно владеет современными средствами компьютерной поддержки научных исследований. Способен понимать и оценивать необходимость обеспечения информационной безопасности.	Владеет современными программными средствами и методами создания иллюстрационных материалов в научно-исследовательской и преподавательской деятельности. Знает и использует способы защиты информации; технические и административные средства защиты информации; программные средства защиты информации; разграничение доступа; антивирусные средства защиты информации. Способен и готов самостоятельно использовать при выполнении научного исследования в области химических технологий системы

		моделирования, архитектуры систем, кластерные архитектуры открытых систем, современные вычислительных системы, параллельные системы, элементы архитектуры открытых систем.
--	--	--

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.В.ОД. 2	Информационные технологии в научных исследованиях				+				
Б1.В.ОД. 5	Технология неорганических веществ				+				
Б1.В.ДВ. 1.1	Научные основы каталитических процессов и технологии катализаторов			+					
Б1.В.ДВ. 1.2	Теория технологических процессов производства неорганических веществ, солей и минеральных удобрений			+					
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с ФГОС ВО по направлению 18.06.01 «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология неорганических веществ»

ПАСПОРТ

**компетенции «УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»
при освоении ООП ВО**

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Профиль подготовки	Технология неорганических веществ
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции. Универсальная компетенция УК-1

Содержание: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды научно-исследовательской деятельности; - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; - методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. 	<p>Характеризует основные виды научно-исследовательской деятельности. Раскрывает значение методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Выделяет особенности критического анализа и оценки современных научных достижений.</p>
2.	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критически анализировать и оценивать любую поступающую научную информацию, вне зависимости от источника; - при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений; - выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; - избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. 	<p>Критически анализирует и оценивает любую поступающую научную информацию, вне зависимости от источника. Определяет характер и основания своих действий при анализе альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценке последствий реализации этих вариантов. Выделяет и систематизирует основные идеи в научных текстах. Способен избегать автоматического применения стандартных формул и приемов. При решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, генерирует новые идеи.</p>
3.	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; - навыками сбора, обработки, анализа и 	<p>Обладает навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Применяет навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>

<p>систематизации информации по теме исследования; - навыками выбора методов и средств решения задач исследования.</p>	<p>Способен критически анализировать и оценивать современные научные достижения и результаты.</p>
---	---

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у аспирантов-выпускников вуза

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
<p>1. Минимальный уровень</p>	<p>Аспирант имеет общее представление о применении навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач. Ориентируется в анализе альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценке потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов.</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач. В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений. Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.</p>
<p>2. Базовый уровень</p>	<p>Аспирант в целом успешно применяет технологии критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности для решения исследовательских и практических задач. Способен при решении исследовательских и практических задач самостоятельно генерировать идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных. Успешно осуществляет анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценку потенциальных</p>

			выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов.
3.	Продвинутый уровень	Аспирант имеет устойчивые навыки анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Самостоятельно осуществляет критический анализ и оценку современных научных достижений. Способен самостоятельно генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач. Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений. Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.Б.2	История и философия науки	+							
Б1.В.ОД.5	Технология неорганических веществ				+				
Б3.1	Научные исследования	+	+	+	+	+	+	+	+

Документ составлен в соответствии с ФГОС ВО по направлению 18.06.01 «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология неорганических веществ»

ПАСПОРТ

**компетенции «УК-6 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития»
при освоении ООП ВО**

Направление подготовки	18.06.01 Химическая технология
Профиль подготовки	Технология неорганических веществ
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции

Вид и код компетенции. Универсальная компетенция УК-6

Содержание: **способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.**

2. Принятая структура компетенции

	Выпускник должен	Результаты обучения, выраженные в действиях выпускника
1.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; - возможные сферы и направления профессиональной самореализации; - приемы и технологии целеполагания и целереализации; - пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития. 	<p>Способен использовать приемы и технологии целеполагания и целереализации для достижения более высоких уровней профессионального и личного развития; объясняет содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; характеризует возможные сферы и направления профессиональной самореализации.</p>
2.	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей; - осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. 	<p>Осуществляет личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает последствия принятого решения и несет за него ответственность перед собой и обществом. Формулирует цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>
3.	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития. 	<p>Применяет приемы и технологии целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; владеет способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.</p>

3. Планируемые уровни сформированности компетенции у аспирантов-выпускников вуза

Уровни сформированности	Содержательное описание уровня	Отличительные признаки уровня
-------------------------	--------------------------------	-------------------------------

	ости компетенции		
1.	Минимальный уровень	<p>Аспирант владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.</p> <p>При формулировке целей профессионального и личностного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования. Осуществляет личностный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения, но не готов нести за него ответственность перед собой и обществом. Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>
2.	Базовый уровень	<p>Аспирант владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.</p> <p>Формулирует цели личностного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	<p>Владеет отдельными способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и выделяет конкретные пути самосовершенствования.</p> <p>Осуществляет личностный выбор в стандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения и готов нести за него ответственность перед собой и обществом. Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении</p>

			профессио-нальных задач.
3.	Продвинутый уровень	Аспирант демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения. Готов и умеет формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.	Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования. Умеет осуществлять личностный выбор в различных нестандартных профессиональных и морально - ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументировано обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.

4. Календарный график и возможные траектории формирования компетенции при освоении ООП ВО

Блоки освоения ООП	Участвующие в формировании данной компетенции разделы ООП, учебные дисциплины, модули, практики	Курсы							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
Б1.Б.1	Иностранный язык	+	+						
Б1.В.ОД.4	Технологии управления научными исследованиями и коллективами					+			
Б1.В.ОД.5	Технология неорганических веществ				+				
Б1.В.ДВ.1.1	Научные основы каталитических процессов и технологии катализаторов			+					
Б1.В.ДВ.1.2	Теория технологических процессов производства неорганических веществ, солей и минеральных удобрений			+					
Б2.2	Научно-производственная практика				+		+		

Документ составлен в соответствии с ФГОС ВО по направлению 18.06.01 «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология неорганических веществ»

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Технология неорганических веществ»**

18.06.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Технология неорганических веществ

(профиль подготовки)

Подготовка кадров высшей квалификации

(уровень подготовки)

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Технология неорганических веществ»

	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины*	Контролируемые компетенции (или их части)	Оценочные средства	
			Вид	Кол-во
	Сырьевая база неорганических веществ и материалов	ОПК-1,2 УК-1,6	Домашнее задание	1
	Теоретические основы химико-технологических процессов	ОПК-1,2 УК-1,6	Реферат	1
	Типовые процессы в технологии неорганических веществ	ОПК-1,2 УК-1,6	Реферат	1
	Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов	ОПК-1,2 УК-1,6	Комплект тестовых заданий	1
	Принципы модернизации и создания малоотходных производств	ОПК-1,2 УК-1,6	Комплект тестовых заданий	1
	Итоговая аттестация		Комплект заданий на минимальный уровень освоения компетенций	1
			Комплект заданий на базовый уровень освоения компетенций	1
			Комплект заданий на продвинутый уровень освоения компетенций	1
Всего				8

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах формирования, шкалы оценивания

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (этапы достижения заданного уровня освоения компетенций)**	Критерии оценивания результатов обучения (по 5-ти бальной шкале)				
		1	2	3	4	5
Минимальный уровень	<p>Знать: Общие технологические приемы получения продуктов неорганического синтеза; Минимальный уровень научно-технической и патентной информации в области химии и химической технологии.</p>			+		
	<p>Уметь: Демонстрировать начальные навыки применения методов технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; Выполнять основные материальные, тепловые и конструктивные расчеты технологических процессов.</p>			+		
	<p>Владеть: некоторыми методами технологических расчетов проведения физико-химических анализов сырья, навыками проектирования химической аппаратуры.</p>			+		
Базовый уровень	<p>Знать: Основные закономерности химических процессов и технологические приемы получения продуктов неорганического синтеза; Основы теории процесса протекающего в химическом реакторе; Основные понятия теории управления технологическим процессом</p>			+		
	<p>Уметь: При консультационной поддержке выполнять</p>			+		

	<p>материальные, тепловые и конструктивные расчеты; Выбирать и обосновывать рациональную технологическую схему производства продукта.</p>					
	<p>Владеть: Основными навыками и методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования, проведения физико-химического анализа сырья и химических продуктов; Общими принципами получения продуктов неорганического синтеза, основами современной научно-технической информации.</p>			+		
Продвинутый уровень	<p>Знать: Обладать глубокими знаниями в области основных химических производств; Принципы организации химического производства, его структуру, методы оптимизации химико-технологических процессов; Основы теории процесса в химических реакторах, методологию исследования взаимодействия процесса химических превращений; Основные понятия теории управления.</p>					+
	<p>Уметь: Самостоятельно выполнять материальные, тепловые и конструктивные расчеты технологических процессов; Выбирать и обосновывать функциональную технологическую схему производства; Оценивать экономическую и технологическую эффективность производства;</p>					+

	<p>Использовать основные химические законы, справочные данные для решения задач синтеза различных соединений.</p>					
	<p>Владеть: Устойчивыми навыками проведения технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования, проектирования химической аппаратуры, методами анализа сырья и продуктов, методами анализа эффективности работы химического оборудования.</p>					+

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков (и (или) опыта деятельности, с учетом этапов и уровней формирования компетенций.

Варианты домашних заданий к разделу №1 Сырьевая база неорганических веществ и материалов

Задание № 1

1. Перечислите способы газификации твердых топлив с целью получения водорода и синтез-газа. Чем отличаются процессы коксования, окислительной и восстановительной газификации угля.
2. Приведите и объясните конструкции реакторов для процессов газификации твердых топлив.
3. Расскажите, какие токсичные выбросы часто встречаются в промышленных производствах и транспорте, и какие катализаторы и химические процессы применяются для их обезвреживания.
4. Объясните, чем отличаются реакции полного и частичного окисления углеводородов. Какие процессы частичного окисления веществ вы знаете.
5. Перечислите и охарактеризуйте различные окислители, используемые в процессе переработки углеводородов. Напишите химические реакции окисления углеводородов и условия их проведения.
6. Какие физико-химические процессы лежат в основе хроматографии, и какие способы детектирования определяемых веществ вы знаете?
7. В каких процессах используются газо-воздушные смеси, и какие еще окислители применяются при переработке углеводородного сырья?
8. Какие стадии включают производства аммиака и метанола из природного газа?
9. Изложите физико-химические основы паровой и парокислородной конверсии природного газа. Обоснуйте выбор температуры и давления процесса, охарактеризуйте применяемые катализаторы.
10. Изложите физико-химические основы процесса паровой конверсии монооксида углерода. С какой целью процесс осуществляется в две стадии, и какие катализаторы используются в промышленности.
11. Приведите и опишите технологическую схему двухступенчатого риформига природного газа в производстве аммиака.
12. Приведите и опишите технологическую схему совмещенной паро-кислородо-воздушной конверсии природного газа в производстве аммиака.

Задание № 2

1. Физико-химические основы абсорбционных методов очистки природного и технологических газов от оксидов углерода.
2. Построение технологической схемы отделения абсорбционной очистки.
3. Термодинамические ограничения при абсорбции газов, кинетика химической реакции и массообменные процессы.
4. Устройство основных аппаратов отделения очистки газов:
 - абсорбционных колонн,
 - регенераторов раствора.
5. Реализация технических мероприятий по рекуперации тепловой и механической энергии в отделении очистки.
6. Представьте и опишите технологическую схему очистки конвертированного газа от диоксида углерода растворами поташа или этаноламинов. В чем заключаются недостатки этих способов.
7. Изложите физико-химические основы процессов очистки конвертированного газа от оксидов углерода: жидкостной и каталитической.

8. Представьте и опишите технологическую схему отделения синтеза аммиака. Объясните необходимость газового рецикла, двухступенчатой конденсации продукта и отдувки части циркуляционного газа.
9. Изложите физико-химические основы процесса синтеза аммиака. Обоснуйте выбор температуры и давления, опишите катализаторы, применяемые для данной реакции.

Задание № 3

1. Опишите основные стадии производства азотной кислоты. Укажите условия проведения химических реакций и принципиальное устройство основных аппаратов.
2. Опишите катализаторы, применяемые для окисления аммиака. С какой целью проводится промотирование платиновых катализаторов.
3. Опишите существующие взгляды на механизм каталитического окисления аммиака и приведите уравнения, описывающие кинетику данной реакции.
4. Опишите катализаторы, применяемые для очистки хвостовых газов от оксидов азота. Какие основные подходы используются для нейтрализации токсичных выбросов.
5. Опишите, на каких этапах производства азотной кислоты происходит окисление аммонийного азота.
6. Опишите существующие и разрабатываемые способы прямого окисления молекулярного азота кислородом. Укажите их достоинства и недостатки по сравнению с традиционной схемой производства.
7. Основные свойства азотной кислоты.
8. Механизм процесса взаимодействия оксидов азота с водой. Влияние различных факторов на процесс.
9. Производство азотной кислоты в агрегатах, работающих под единым давлением 0,716 МПа.
10. Производство азотной кислоты в крупнотоннажных агрегатах АК-72 и АК-72М.

Задание № 4

1. Представьте блок схему производства гранулированной аммиачной селитры и опишите основные стадии ее получения.
2. Охарактеризуйте технические требования, предъявляемые к аммиачной селитре, выпускаемой промышленностью. Чем определяется марка аммиачной селитры.
3. Объясните, с какой целью проводится модифицирование аммиачной селитры, и в чем состоит физическая сущность данной операции.
4. Объясните, чем обусловлены взрывоопасные свойства аммиачной селитры, и какие меры необходимо принимать, чтобы не допустить взрывоопасной ситуации.
5. Опишите технологическую схему производства аммиачной селитры в крупнотоннажных агрегатах.
6. Опишите основное технологическое оборудование в производстве аммиачной селитры.

Задание № 5

1. Перечислите и дайте сравнительную характеристику различных способов химического связывания молекулярного азота.
2. Дайте сравнительную характеристику различных видов сырья и способов его переработки при получении водорода и синтез-газа.
3. Перечислите и дайте сравнительную характеристику различных способов очистки газов от соединений серы.
4. Опишите, каким образом регулируют состав синтез-газа для производства аммиака и различных органических продуктов.
5. Объясните, почему переработку углеводородного сырья до синтез-газа производят в нескольких последовательно соединенных реакторах.
6. Почему паровую конверсию природного газа проводят в трубчатых печах?

7. Каким образом используется тепло отходящих дымовых газов в трубчатой печи?

Задание № 6

1. Перечислите и дайте сравнительную характеристику способов очистки конвертированного газа от диоксида углерода.
2. Перечислите и дайте сравнительную оценку различных способов очистки азото-водородной смеси от монооксида углерода.
3. Перечислите необходимые справочные материалы для расчета абсорбционного аппарата в системе жидкостной очистки и приведите последовательность такого расчета.
4. Обоснуйте необходимость рецикловой схемы в производстве аммиака и выбор критерия, по которому определяется объем рецикла.
5. Обоснуйте выбор давления процесса по технологической цепи переработки природного газа при получении аммиака или метанола.
6. Объясните физические основы криогенной технологии, используемой с целью разделения воздуха и технологических газов.
7. Дайте сравнительную характеристику конструкций каталитических реакторов, используемых в аммиачных производствах.
8. Перечислите необходимые справочные материалы для расчета каталитического реактора и приведите последовательность такого расчета.

Задание № 7

1. Перечислите отрасли промышленности, потребляющие азотную кислоту.
2. Какие экологические проблемы существуют в производстве азотной кислоты?
3. Какие химические соединения могут присутствовать в системе $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$?
4. Какие уравнения описывают процесс окисления аммиака на платиновых катализаторах?
5. Каким образом могут быть снижены потери платиноидных катализаторов в процессе окисления аммиака?
6. В каких пределах должно находиться содержание аммиака в ABC?
7. Каким образом влияют давление и температура по процесс окисления NO?
8. Изложите механизм взаимодействия оксидов азота и воды.
9. Опишите основные реакции нейтрализации выхлопных газов в производстве азотной кислоты.

Задание № 8

1. Какие физико-химические процессы протекают при нейтрализации азотной кислоты аммиаком?
2. Конструкция аппарата ИТН.
3. Почему процесс нейтрализации азотной кислоты аммиаком в аппарате ИТН проводят при недостатке аммиака?
4. Организация процесса упаривания плава аммиачной селитры.
5. Физико-химические основы гранулирования плава аммиачной селитры.
6. Какие модифицирующие добавки используют в производстве аммиачной селитры.

Список рефератов к разделу №2 Теоретические основы химико-технологических процессов

1. История и основные направления развития производства минеральных удобрений, солей, щелочей. Роль удобрений в развитии растений.
2. Сырье для производства минеральных удобрений. Обзор основных месторождений.
3. Способы обогащения сырья для производства минеральных удобрений, солей, щелочей.
4. Обзор основных способов гранулирования минеральных удобрений и используемого для этого оборудования.
5. Характеристика основных (типовых) технологических процессов в производстве минеральных удобрений, солей и щелочей.
6. Фосфоритная мука, ее получение, свойства и применение в сельском хозяйстве.
7. Физико-химические основы получения термической фосфорной кислоты.
8. Физико-химические основы получения простого суперфосфата.
9. Обзор основных способов нейтрализации свободной кислотности суперфосфатов.
10. Обезвреживание и утилизация газовых выбросов фосфатных производств.
11. Физико-химические основы получения экстракционной фосфорной кислоты.
12. Концентрирование экстракционной фосфорной кислоты.
13. Очистка экстракционной фосфорной кислоты от примесей.
14. Физико-химические основы получения двойного суперфосфата.
15. Физико-химические основы азотнокислотного разложения фосфатного сырья.
16. Основные методы переработки азотнокислотной вытяжки при получении сложных удобрений.
17. Гидротермальные методы переработки природных фосфатов с целью получения обесфторенных фосфатов.
18. Получение хлорида калия из сильвинита флотацией и галургическими методами.
19. Физико-химические основы основных промышленных способов получения соды и содопродуктов.
20. Методы производства каустической соды и их сравнительная характеристика.

Список тем рефератов к разделу № 3 Типовые процессы в технологии неорганических веществ

1. Технологические схемы производства аммиака. Агрегаты III, IV, V –поколений.
2. Теоретические основы производства аммиака. Химизм процесса.
3. Очистка природного газа. Технологическая схема процесса. Сорбенты.
4. Конверсия природного газа. Технологическая схема процесса. Катализаторы и аппаратное оформление процесса.
5. Среднетемпературная конверсия CO. Катализаторы и аппаратное оформление процесса.
6. Низкотемпературная конверсия CO. Катализаторы и аппаратное оформление процесса.
7. Очистка конвертированного газа от диоксида углерода. Растворы и аппаратное оформление процесса.
8. Технологические схемы производства метанола. Их сравнительная характеристика.
9. Физико-химические основы синтеза метанола.
10. Катализаторы синтеза метанола. Аппаратное оформление процесса.
11. Технологические схемы производства азотной кислоты. Их сравнительная характеристика.
12. Окисление аммиака в оксиды азота при получении азотной кислоты.
13. Катализаторы окисления аммиака. Механизм процесса на платиноидных катализаторах.
14. Влияние технологических факторов на эффективность окисления аммиака до оксидов азота.
15. Очистка выхлопных газов от оксидов азота при получении азотной кислоты.
16. Пути совершенствования производства азотной кислоты.
17. Технологические схемы производства серной кислоты. Одинарное, двойное, тройное контактирование.
18. Производство серной кислоты из колчедана. Аппаратура процесса и технология.
19. Производство серной кислоты из элементарной серы.
20. Катализаторы процесса окисления SO₂ в SO₃. Механизм процесса окисления SO₂.

Комплект тестовых заданий к разделу №4 Научные основы экспериментальных исследований химических систем и химико-технологических процессов

1. Какой компонент является носителем ванадиевых катализаторов?

Ответы:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. SiO_2 | 3. Cr_2O_3 |
| 2. Fe_2O_3 | 4. V_2O_5 |

2. Куда рекомендуется загружать ванадиевые катализаторы с высокой активностью при низких температурах?

Ответы:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. в верхнюю часть первого слоя | 3. в нижнюю часть второго слоя |
| 2. во второй слой | 4. в нижнюю часть первого слоя |

3. Какие соединения являются промоторами пентаоксида ванадия в катализаторе?

Ответы:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. SiO_2 | 3. сульфаты К и Na |
| 2. Cr_2O_3 | 4. Fe_2O_3 |

4. Куда рекомендуется загружать термостойкие ванадиевые катализаторы?

Ответы:

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. в нижнюю часть первого слоя | 3. во все слои |
| 2. в верхнюю часть первого слоя | 4. в пятый слой |

5. В каком состоянии находится активный компонент ванадиевых катализаторов в условиях катализа?

Ответы:

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1. газообразном | 3. жидком |
| 2. твердом | 4. паров |

5. Современными исследованиями показано, что активный компонент ванадиевых катализаторов представляет собой?

Ответы:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. V_2O_5 | 3. биядерный комплекс V_2^{5+} |
| 2. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ | 4. SiO_2 |

6. Как влияет давление на процесс окисления диоксида серы?

Ответы:

1. увеличит выход SO_3
2. уменьшит выход SO_3
3. не влияет
4. уменьшает скорость реакции

7. Какой должен быть режим в контактном аппарате по мере роста степени превращения?

Ответы:

1. температуру следует понижать
2. температуру необходимо повышать
3. температура должна быть достаточной
4. сначала снижать, затем увеличивать

8. Какая температура на входе газа в 1-й слой контактного аппарата?

Ответы:

1. 890-910 °C
2. 250-350 °C
3. 900-1300 °C
4. 380-410 °C

9. Содержание SO_2 в газе на входе в 1-й слой контактного аппарата?

Ответы:

1. 9-12 %
2. 3-4 %
3. 0,7-1,0 %
4. 70-80 %

10. Какая степень абсорбции SO_3 может быть достигнута в моногидратном абсорбере при температуре 60 °C?

Ответы:

1. 20-30 %
2. 40-60 %
3. 70-90 %
4. 99,9 %

11. Какая концентрация серной кислоты является оптимальной в моногидратном абсорбере?

Ответы:

1. 97,0-98,3 %
2. 50-60 %
3. 3-100 %
4. 98,3-98,9 %

12. Как изменяется степень абсорбции SO_3 с увеличением концентрации SO_3 в газе?

Ответы:

1. возрастает
2. уменьшается
3. остается постоянной
4. проходит через максимум

13. Олеум какой концентрации можно получить в абсорбере при температуре 100 °C?

Ответы:

1. 7 % SO_3 своб.
2. 1-2 % SO_3 своб.
3. 20-24 % SO_3 своб.
4. 65 % SO_3 своб.

14. Как влияет увеличение давления на скорость абсорбции SO_3 в моногидратном абсорбере?

Ответы:

1. уменьшает
2. увеличивает
3. не влияет
4. увеличивает интервале 0,1-0,9 МПа

15. Где рекомендуется применять распыливающие абсорберы типа АРТ?

Ответы:

1. в качестве олеумного абсорбера
2. в качестве моногидратного абсорбера
3. на стадии очистки газов
4. в системах работающих под давлением

16. Основной недостаток насадочных абсорберов?

Ответы:

1. невысокое сопротивление
2. повышает брызгоунос
3. возможность изменения нагрузки
4. высокие капитальные затраты

17. Основной недостаток барботажных абсорберов?

Ответы:

1. невысокое сопротивление
2. повышенный брызгоунос
3. возможность применения газовой нагрузки
4. высокие капитальные затраты, громоздкость

18. Абсорберы какого типа рекомендуются для сернокислотных систем под давлением?

Ответы:

1. распыливающие
2. насадочные
3. барботажные
4. всех типов

19. Абсорберы какого типа рекомендуются для сернокислотных систем под атмосферным давлением?

Ответы:

1. распыливающие
2. насадочные
3. барботажные
4. всех типов

20. Какая степень превращения SO_2 в SO_3 достигается в сернокислотных системах одинарного контактирования?

Ответы:

1. 99,9 %
3. 99,6 %

28. В каком году была введена в эксплуатацию первая сернокислотная система под давлением?

Ответы:

- | | |
|------------|------------|
| 1. 1972 г. | 3. 1980 г. |
| 2. 1947 г. | 4. 1983 г. |

29. Какая степень превращения SO_2 в SO_3 может быть достигнута при использовании повышенного давления?

Ответы:

- | | |
|-----------|------------|
| 1. 99,8 % | 3. 99,99 % |
| 2. 99,9 % | 4. 9,999 % |

30. Каков предельно-допустимый выброс SO_2 в атмосферу для сернокислотной установки?

Ответы:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 0,1-0,2 кг/т | 3. 1,5-2,0 кг/т |
| 2. 0,5 кг/т | 4. 2-3 кг/т |

Список тестовых вопросов к разделу №5 Принципы модернизации и создания малоотходных производств

Какая страна является крупнейшим производителем серной кислоты?

Ответы:

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. Китай | 3. Япония |
| 2. Россия | 4. США |

2. Из какого источника сырья в настоящее время получают основное количество серной кислоты?

Ответы:

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. из пиритов | 3. из элементарной серы |
| 2. из отходящих газов | 4. из отработанных кислот |

3. Какое количество атомов преимущественно содержит молекула серы в твердом состоянии?

Ответы:

- | | |
|-------|-------|
| 1. -2 | 3. -6 |
| 2. -4 | 4. -8 |

4. При какой температуре ромбическая сера переходит в моноклинную.

Ответы:

- | | |
|-------------|------------|
| 1. -90 °С | 3. -118 °С |
| 2. -95,4 °С | 4. 135 °С |

5. Из какого количества атомов состоит элементарная ячейка α -серы?

Ответы:

- | | |
|--------|-------|
| 1. -16 | 3. -8 |
| 2. -6 | 4. -2 |

6. Из какого количества атомов состоит молекула β -серы?

Ответы:

- | | |
|-----|----|
| -16 | -8 |
| -6 | -2 |

7. Из какого количества атомов состоит элементарная ячейка γ -серы?

Ответы:

- | | |
|-------|--------|
| 1. -2 | 3. -8 |
| 2. -4 | 4. -16 |

8. При какой температуре элементарная сера переходит из твердого состояния в жидкое?

Ответы:

- | | |
|------------|-------------|
| 1. 100 °C | 3. 118,9 °C |
| 2. 95,4 °C | 4. 135 °C |

9. Какую конфигурацию молекул имеет жидкая λ-сера?

Ответы:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| 1. полимерную | 3. кольцеобразную |
| 2. из циклических 8-атомных молекул | 4. из 2-х атомных молекул |

10. Из каких молекул преимущественно состоят пары серы при температуре 300 °C?

Ответы:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. -S ₂ | 3. -S ₆ |
| 2. -S ₄ | 4. -S ₈ |

11. Из каких молекул преимущественно состоят пары серы при температуре 900 °C?

Ответы:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. -S ₂ | 3. -S ₆ |
| 2. -S ₄ | 4. -S ₈ |

12. При какой температуре молекула серы распадается на атомы?

Ответы:

- | | |
|------------|-------------|
| 1. -300 °C | 3. 900 °C |
| 2. -600 °C | 4. -1500 °C |

13. При каких температурах в Клаус-процессе протекает реакция $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = \text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$?

Ответы:

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. -300-400 °C | 3. -900-1300 °C |
| 2. -840-860 °C | 4. -более 1500 °C |

14. При каких условиях в Клаус-процессе протекает реакция $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 1 \frac{1}{2}\text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$?

Ответы:

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. - не протекает | 3. 300-400 °C |
| 2. -900-1300 °C | 4. 880-910 °C |

15. Какой катализатор необходим в Клаус-процессе?

Ответы:

- | | |
|-------------|------------------------------------|
| 1. -боксит | 3. -Cu-Zn-Al |
| 2. -Ni-мет. | 4. -Fe ₂ O ₃ |

16. Каково процентное содержание чистой серы в сере направляемой на производство серной кислоты по ГОСТ?

Ответы:

1. 92-94 %
2. 99,0-99,95 %
3. 38-52 %
4. 99,6-99,8

17. Какая температура жидкой серы поддерживается в трубопроводах и хранилищах отделения плавления и фильтрации?

Ответы:

1. 130-145 °C
2. 90-150 °C
3. 150-190 °C
4. более 250 °C

18. Какая из указанных реакций горения серы является экзотермичной?

Ответы:

1. $S_x^x \rightarrow S_{x-8} + S_8$
2. $S_x^x \rightarrow S_{x-6} + S_6$
3. $S_x^x \rightarrow S_{x-4} + S_4$
4. $S_x^x \rightarrow S_{x-2} + S_2$

19. По какому механизму протекает реакция горения серы:

Ответы:

1. кислотно-основному
2. окислительно-восстановительному
3. цепному разветвленному
4. механизм изучен недостаточно

20. Скорость какого процесса горения серы выше при атмосферном давлении?

Ответы:

1. взрывного
2. диффузионного
3. равны
4. взрывное горение не протекает

21. Скорость какого процесса горения серы выше при давлении 0,5 Мпа?

Ответы:

1. взрывного
2. диффузионного
3. равны
4. взрывное горение не протекает

22. Скорость какого процесса горения серы выше при давлении 1,5 Мпа?

Ответы:

1. взрывного
2. диффузионного
3. равны
4. взрывное горение не протекает

23. Каков оптимальный диаметр капель серы для процесса горения в печи?

Ответы:

1. свыше 300 мкм
2. менее 100 мкм
3. 200-300 мкм
4. 130-200 мкм

24. Какой избыток воздуха необходим для обеспечения процесса горения серы в печах форсуночного типа?

Ответы:

1. 15-20 %
2. 80-150 %
3. не требуется
4. 150-250 %

25. Какова концентрация SO_2 в газах после печей форсуночного типа?

Ответы:

1. 11.9-10 %
2. 4-6 %
3. 15-18 %
4. 98 %

26. Какая температура поддерживается при горении серы в печах форсуночного типа?

Ответы:

1. 300-400 °C
2. свыше 1200 °C
3. 1000 °C
4. 840-880 °C

27. Какой избыток воздуха необходим для обеспечения процесса горения серы в печах циклонного типа?

Ответы:

1. 15-20 %
2. 2-3 %
3. 100 %
4. 100-150 %

28. Какая максимальная концентрация SO_2 может быть достигнута при горении серы в токе воздуха в печах циклонного типа?

Ответы:

1. 2-4 %
2. 9-10 %
3. 16-18 %
4. 50-80 %

29. Какая температура поддерживается при горении серы в печах циклонного типа?

Ответы:

1. 1130-1200 °C
2. 300-400 °C
3. 280-910 °C
4. 1500 °C

30. Какова суточная производительность промышленных печей для сжигания серы?

Ответы:

1. 50-100 т/сут
2. 500-600 т/сут
3. 1500 т/сут
4. 3000 т/сут

31. По какой причине платину не используют в качестве катализатора при получении серной кислоты?

Ответы:

1. низкой активности
2. низкой селективности
3. недостаточной прочности
4. дезактивации ядами

32. Назовите основной недостаток процесса окисления SO_2 в кипящем слое.

Ответы:

1. износ катализатора
2. невозможность регулирования температуры
3. невозможность переработки газов с высокой концентрацией SO_2
4. выделение большого количества тепла

33. Назовите основное преимущество процесса окисления SO_2 в кипящем слое катализатора.

Ответы:

1. возможность переработки низкоконцентрированных газов
2. возможность окисления концентрированных газов
3. высокая активность катализатора
4. высокая производительность

34. Основное преимущество окисления SO_2 в нестационарных условиях.

Ответы:

1. возможность переработки низкоконцентрированных газов
2. возможность окисления концентрированных газов
3. высокая активность катализатора
4. высокая производительность

35. Какого типа катализатором является катализатор СВД?

Ответы:

1. высокотемпературным
2. среднетемпературным
3. низкотемпературным
4. универсальным

36. Какого типа катализатором является катализатор ИК-1-6?

Ответы:

1. высокотемпературным
2. среднетемпературным
3. низкотемпературным
4. универсальным

37. Добавка какого компонента позволяет снизить температуру зажигания ванадиевого катализатора окисления SO_2 ?

Ответы:

1. CuO
2. Cs_2O_3
3. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$
4. Cr_2O_3

38. Какие вещества являются сильным ядом для ванадиевой контактной массы?

Ответы:

1. HF
2. SeO₂

3. SO₂
4. As₂O₃

39. Какое количество соединений ванадия находится в катализаторе окисления диоксида серы?

Ответы:

1. 60-70 %
2. 16-18 %

3. 1-2 %
4. 7-8 %

Итоговая аттестация

Список тестовых вопросов на минимальный уровень освоения компетенций

1. Ретроградация это
 - унос питательных элементов из почвы с урожаем;
 - процесс гранулирования, заключающийся в разбрызгивании горячей расплава в потоке охлаждающего воздуха или другого газа;
 - унос питательных элементов из почвы с дождевыми водами;
 - переход питательных элементов в формы, не пригодные для усвоения растениями.

2. Простым удобрением называют
 - удобрение с гарантированным содержанием только одного питательного элемента;
 - удобрение с гарантированным содержанием только одного основного питательного макроэлемента;
 - удобрение с гарантированным содержанием только одного питательного макроэлемента;
 - удобрение с гарантированным содержанием только одного основного питательного микроэлемента.

3. Удобрение с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов называют
 - комплексным удобрением;
 - сложным удобрением;
 - смешанным удобрением;
 - многофункциональным удобрением.

4. Удобрение, полученное путем химической переработки сырья по единому технологическому процессу, обеспечивающему одинаковый или близкий химический состав, называют
 - комплексным удобрением;
 - сложным удобрением;
 - смешанным удобрением;
 - многофункциональным удобрением.

5. Удобрение, получаемое механическим смешиванием с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов, называют
 - комплексным удобрением;
 - сложным удобрением;
 - смешанным удобрением;
 - многофункциональным удобрением.

6. Удобрение, содержащее кроме питательных элементов вещества, оказывающие специфическое действие на растения и почву, называют
 - комплексным удобрением;
 - сложным удобрением;
 - смешанным удобрением;
 - многофункциональным удобрением.
 -

7. Комплексным удобрением называют
 - удобрение с гарантированным содержанием не менее двух питательных

макроэлементов;

- удобрение, полученное путем химической переработки сырья по единому технологическому процессу, обеспечивающему одинаковый или близкий химический состав;
- удобрение, получаемое механическим смешиванием с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, содержащее кроме питательных элементов вещества, оказывающие специфическое действие на растения и почву.

8. Сложным удобрением называют

- удобрение с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, полученное путем химической переработки сырья по единому технологическому процессу, обеспечивающему одинаковый или близкий химический состав;
- удобрение, получаемое механическим смешиванием с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, содержащее кроме питательных элементов вещества, оказывающие специфическое действие на растения и почву.

9. Смешанным удобрением называют

- удобрение с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, полученное путем химической переработки сырья по единому технологическому процессу, обеспечивающему одинаковый или близкий химический состав;
- удобрение, получаемое механическим смешиванием с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, содержащее кроме питательных элементов вещества, оказывающие специфическое действие на растения и почву.

10. Многофункциональным удобрением называют

- удобрение с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, полученное путем химической переработки сырья по единому технологическому процессу, обеспечивающему одинаковый или близкий химический состав;
- удобрение, получаемое механическим смешиванием с гарантированным содержанием не менее двух питательных макроэлементов;
- удобрение, содержащее кроме питательных элементов вещества, оказывающие специфическое действие на растения и почву.

11. По происхождению удобрения разделяют

- на азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.;
- на минеральные, органические, органо- минеральные и бактериальные;
- на смешанные; сложные;
- на основные; припосевные; подкормки.

12. По назначению удобрения разделяют

- на азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.;
- на минеральные, органические, органо- минеральные и бактериальные;

- на смешанные; сложные;
- на основные; припосевные; подкормки.

13. По составу удобрения разделяют

- на азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.;
- на минеральные, органические, органо- минеральные и бактериальные;
- на смешанные; сложные;
- на основные; припосевные; подкормки.

14. По способам получения удобрения разделяют

- на азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.;
- на минеральные, органические, органо- минеральные и бактериальные;
- на смешанные; сложные;
- на основные; припосевные; подкормки.

15. По свойствам (агрохимическому значению) удобрения разделяют

- на азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.;
- прямые; косвенные;
- на основные; припосевные; подкормки;
- на смешанные; сложные.

16. Удобрение, частицы которого покрыты тонким слоем различных материалов, улучшающих их физико-механические свойства, называют

- модифицированным (кондиционированным);
- капсулированным;
- медленнодействующим;
- многофункциональным.

17. Гранулированное удобрение, покрытое тонкой водонепроницаемой пленкой органических полимеров, называют

- модифицированным (кондиционированным);
- капсулированным;
- медленнодействующим;
- многофункциональным.

18. Вещество, не содержащее питательных элементов или добавляемое к удобрению для регулирования содержания питательных элементов, называют

- модифицирующей добавкой;
- наполнителем;
- стабилизатором;
- питательным элементом.

19. Вещество, добавляемое к удобрению для улучшения его физико- механических свойств, называют

- наполнителем;
- стабилизатором;
- модифицирующей добавкой;
- питательным элементом.

20. Насыпной плотностью (без уплотнения) удобрений называют

- массу уплотненного встряхиванием в емкости удобрения, отнесенную к единице объема;
- массу свободно насыпанного в емкость удобрения, отнесенную к единице объема;
- угол образующегося конуса свободно насыпанного удобрения с горизонтальной плоскостью;
- массу сыпучей части удобрения, отнесенную к общей массе удобрения и выраженную в процентах.

21. Насыпной плотностью (после уплотнения) удобрений называют

- массу уплотненного встряхиванием в емкости удобрения, отнесенную к единице объема;
- массу свободно насыпанного в емкость удобрения, отнесенную к единице объема;
- угол образующегося конуса свободно насыпанного удобрения с горизонтальной плоскостью;
- массу сыпучей части удобрения, отнесенную к общей массе удобрения и выраженную в процентах.

22. Углом естественного откоса удобрений называют

- массу уплотненного встряхиванием в емкости удобрения, отнесенную к единице объема;
- массу свободно насыпанного в емкость удобрения, отнесенную к единице объема;
- угол образующегося конуса свободно насыпанного удобрения с горизонтальной плоскостью;
- массу сыпучей части удобрения, отнесенную к общей массе удобрения и выраженную в процентах.

23. Сыпучестью удобрений называют

- массу сыпучей части удобрения, отнесенную к общей массе удобрения и выраженную в процентах;
- массу уплотненного встряхиванием в емкости удобрения, отнесенную к единице объема;
- массу свободно насыпанного в емкость удобрения, отнесенную к единице объема;
- свойство удобрений свободно истекать непрерывной струей под воздействием гравитационных сил.

24. Рассыпчатостью удобрений называют

- массу сыпучей части удобрения, отнесенную к общей массе удобрения и выраженную в процентах;
- массу уплотненного встряхиванием в емкости удобрения, отнесенную к единице объема;
- массу свободно насыпанного в емкость удобрения, отнесенную к единице объема;
- свойство удобрений свободно истекать непрерывной струей под воздействием гравитационных сил.

25. Если при сернокислотном разложении фосфатов образующийся малорастворимый сульфат кальция отделяется от раствора, то в этом случае получают

- простой суперфосфат;
- экстракционную фосфорную кислоту;
- двойной суперфосфат;
- термическую фосфорную кислоту.

26. Если при сернокислотном разложении фосфатов образующийся малорастворимый сульфат кальция НЕ отделяется от раствора, то в этом случае получают
- двойной суперфосфат;
 - экстракционную фосфорную кислоту;
 - простой суперфосфат;
 - термическую фосфорную кислоту.
27. При получении простого суперфосфата количество серной кислоты, вводимой в процесс,
- увеличено по сравнению с необходимым для связывания всего содержащегося в природном фосфате кальция;
 - уменьшено по сравнению с необходимым для связывания всего содержащегося в природном фосфате кальция;
 - соответствует стехиометрии реакции;
 - при получении простого суперфосфата разложение фосфатного сырья ведут фосфорной кислотой.

Список тестовых вопросов на базовый уровень освоения компетенций

1. При получении простого суперфосфата норма серной кислоты согласно уравнению $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 7\text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$

2·504 г/моль 7·98 г/моль 3·18 г/моль 3·252 г/моль 7·136 г/моль 2· 20 г/моль

должна составлять

- 0,68 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 1,61 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,30 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 3,22 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья.

2. Коэффициентом разложения фосфатного сырья в производстве простого суперфосфата называют

- отношение количества усвояемого P_2O_5 в фосфатном сырье к общему количеству P_2O_5 в суперфосфате;
- отношение количества усвояемого P_2O_5 к общему количеству P_2O_5 в суперфосфате;
- отношение количества водорастворимого P_2O_5 к общему количеству P_2O_5 в суперфосфате;
- отношение количества полученного суперфосфата к количеству затраченного на его производство фосфата.

3. Нейтрализацию свободной кислотности суперфосфата осуществляют путем

- аммонизации суперфосфата;
- фильтрации свободной фосфорной кислоты;
- обработки добавками, легко разлагаемыми фосфорной кислотой;
- обработки суперфосфата углекислым газом (карбонизацией).

4. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации на первой ступени образуются

- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, CaHPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$;
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

5. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации на второй ступени образуются

- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, CaHPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$;
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

6. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации на третьей ступени образуются

- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, CaHPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

7. Соответствие между стадией и реакциями, описывающими процесс

- 1-я ступень аммонизации суперфосфата

- 2-я ступень аммонизации суперфосфата
- 3-я ступень аммонизации суперфосфата
- $2\text{CaHPO}_4 + \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
- $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaSO}_4 = \text{CaHPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 = 2\text{CaHPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

8. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации по первой ступени

- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате значительно уменьшается, но содержание усвояемого P_2O_5 изменяется мало;
- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате не уменьшается;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход дикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– трикальцийфосфат;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход трикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– монокальцийфосфат.

9. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации по второй ступени

- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате не уменьшается;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход дикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– трикальцийфосфат;
- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате значительно уменьшается, но содержание усвояемого P_2O_5 изменяется мало;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход трикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– монокальцийфосфат.

10. При нейтрализации свободной кислотности суперфосфата путем аммонизации по третьей ступени

- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате не уменьшается;
- содержание водорастворимого P_2O_5 в суперфосфате значительно уменьшается, но содержание усвояемого P_2O_5 изменяется мало;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход трикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– монокальцийфосфат;
- происходит ретроградация P_2O_5 – переход дикальцийфосфата в трудно усвояемую растениями форму– трикальцийфосфат.

11. Очистка газообразных продуктов реакции в производстве суперфосфата необходима

- для предотвращения коррозии материалов аппаратуры, которая сильно увеличивается с повышением температуры токсичных газов;
- для предотвращения выбросов значительных количеств токсичных газов, содержащих фториды, в атмосферу;
- она позволяет получить в качестве побочного продукта фосфорную кислоту, которую перерабатывают на фосфатные соли, являющиеся удобрениями;
- она позволяет получить в качестве побочного продукта фторокремниевую кислоту, которую перерабатывают на фторидные соли.

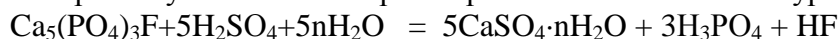
12. Количество фторидов, извлекаемых в газовую фазу при получении суперфосфата, тем меньше

- чем меньше в фосфате примесей соединений щелочных металлов, магния,

алюминия и железа, связывающих фтор в виде фторидов, остающихся в суперфосфате;

- чем меньше температуры в смесителе и камере, так как это приводит к уменьшению равновесного парциального давления SiF_4 в газовой фазе;
- чем выше концентрация исходной серной кислоты (и соответственно концентрация фосфорной кислоты в жидкой фазе суперфосфатной массы в начальных стадиях процесса);
- чем выше температуры в смесителе и камере, так как это приводит к увеличению равновесного парциального давления SiF_4 в газовой фазе.

13. При получении ЭФК норма серной кислоты согласно уравнению



504 г/моль 5·98 г/моль 5· n·18 г/моль 5·136 + 5· n·18 г/моль 3·98 г/моль 20 г/моль

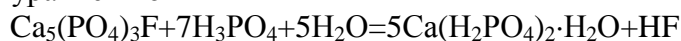
должна составлять

- 0,97 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 1,61 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,30 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,96 масс. ч. H_2SO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья.

14. Какой режим при производстве экстракционной фосфорной кислоты НЕ применяется на практике

- дигидратный;
- полугидратный;
- ангидритный;
- комбинированный способ (полугидратно- дигидратный режим).

15. При получении двойного суперфосфата норма фосфорной кислоты согласно уравнению

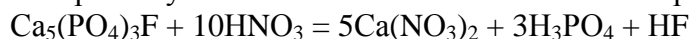


504 г/моль 7·98 г/моль 5·18 г/моль 5·252 г/моль 20 г/моль

должна составлять

- 1,36 масс. ч. H_3PO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 1,61 масс. ч. H_3PO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,30 масс. ч. H_3PO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 3,22 масс. ч. H_3PO_4 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья.

16. При получении азотнокислотной вытяжки норма азотной кислоты согласно уравнению



504 г/моль 10·63 г/моль 5·164 г/моль 3·98 г/моль 20 г/моль

должна составлять

- 1,25 масс. ч. HNO_3 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,30 масс. ч. HNO_3 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 2,96 масс. ч. HNO_3 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья;
- 3,22 масс. ч. HNO_3 (100%) на 1 масс. ч. P_2O_5 фосфатного сырья.

17. В производстве жидкого фосфора обжиг исходной шихты в электропечах ведут при температуре

- 1000-1200 °C;
- 1200-1400 °C;

- 1400-1600 °C;
- 1600-1800 °C.

18. При получении элементарного фосфора в исходную шихту вводят SiO_2 чтобы

- повысить качество фосфора;
- увеличить выход фосфора;
- связать CaO в легкоплавкий $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$, который легко выводится из печи в виде жидкого шлака;
- снизить расходный коэффициент по исходному сырью.

19. В производстве жидкого фосфора на стадии обжига исходной шихты в электропечах модуль кислотности поддерживается в пределах

- 0,5-0,7;
- 0,7-0,9;
- 0,9-1,1;
- 1,1-1,3.

20. В производстве жидкого фосфора очистку обжигового газа в электрофильтре ведут при температуре

- 280-300 °C;
- 380-400 °C;
- 480-500 °C;
- 1200-1400 °C.

21. В производстве жидкого фосфора температура в первом конденсаторе составляет

- минус 7 °C;
- 7 °C;
- 17 °C;
- 27 °C.

22. В производстве жидкого фосфора степень конденсации в первом конденсаторе составляет

- 90 %;
- 93 %;
- 99 %;
- 99,95 %.

23. В производстве жидкого фосфора температура во втором конденсаторе составляет

- минус 7 °C;
- 7 °C;
- 17 °C;
- 27 °C.

24. В производстве жидкого фосфора степень конденсации во втором конденсаторе составляет

- 90 %;
- 93 %;
- 99 %;
- 99,95 %;

25. Окисление фосфора в производстве термической фосфорной кислоты по реакции $\text{P}_4 +$

$5O_2 = P_4O_{10} + Q$ ведут в избытке воздуха, чтобы

- сместить равновесие реакции;
- увеличить степень превращения;
- увеличить скорость реакции;
- предотвратить образование низших оксидов фосфора, переходящих при гидратации в H_3PO_2 и H_3PO_3 .

26.В производстве жидкого фосфора отставание жидкого фосфора ведут при температуре

- 40-50 °С;
- 50-60 °С;
- 60-70 °С;
- °С.

27.В производстве термической фосфорной кислоты распыление фосфора в башне сжигания жидкого фосфора производится поступающим в форсунку первичным сжатым воздухом с температурой

- 40-50 °С;
- 50-60 °С;
- 60-70 °С;
- 70-80 °С.

28.В производстве термической фосфорной кислоты избыток воздуха в башне сжигания жидкого фосфора составляет

- 1,5;
- 2;
- 2,5;
- 3.

29.В производстве термической фосфорной кислоты температура в башне сжигания жидкого фосфора составляет

- 900-1200 °С;
- 1200-1500 °С;
- 1500-1800 °С;
- 1800-2100 °С.

30.В производстве термической фосфорной кислоты в башне сжигания жидкого фосфора абсорбируется до

- 30 % P_2O_5 ;
- 40 % P_2O_5 ;
- 50 % P_2O_5 ;
- 60 % P_2O_5 .

31.В производстве термической фосфорной кислоты температуру кислоты, орошающей башню сжигания жидкого фосфора, поддерживают в пределах

- 40-45 °С;
- 45-50 °С;
- 50-55 °С;
- 55-60 °С.

32.В производстве термической фосфорной кислоты концентрация кислоты, выходящей из башни сжигания жидкого фосфора, составляет

- 46,1 % P_2O_5 ;

- 56,1 % P_2O_5 ;
- 66,1 % P_2O_5 ;
- 76,1 % P_2O_5 .

33.В производстве термической фосфорной кислоты в башне охлаждения- гидратации абсорбируется до

- 30 % P_2O_5 ;
- 40 % P_2O_5 ;
- 50 % P_2O_5 ;
- 60 % P_2O_5 .

34.Общая степень абсорбции P_2O_5 в производстве термической фосфорной кислоты составляет

- 90,9 %;
- 95,9 %;
- 98,9 %;
- 99,9 %.

35.В производстве термической фосфорной кислоты температура газа, входящего в башню охлаждения- гидратации, составляет

- 45-50 °С;
- 60-75 °С;
- 85-100 °С;
- 100-125 °С.

36.В производстве термической фосфорной кислоты температура газа, выходящего из башни охлаждения- гидратации, составляет

- 45-50 °С;
- 60-75 °С;
- 85-100 °С;
- 100-125 °С;

37.В производстве термической фосфорной кислоты концентрация кислоты, выходящей из башни охлаждения- гидратации, составляет

- 46,7 % P_2O_5 ;
- 56,7 % P_2O_5 ;
- 66,7 % P_2O_5 ;
- 76,7 % P_2O_5 .

38.В производстве термической фосфорной кислоты температуру кислоты, орошающей башню охлаждения- гидратации, поддерживают в пределах

- 15-17 °С;
- 25-27 °С;
- 35-37 °С;
- 45-47 °С;

39.В производстве термической фосфорной кислоты степень улавливания тумана фосфорной кислоты в электрофилтре составляет

- 90,9 %;
- 95,9 %;
- 98,9 %;
- 99,9 %.

40. В производстве термической фосфорной кислоты концентрация кислоты, выходящей из электрофилтра, составляет

- 44,3 % P_2O_5 ;
- 54,3 % P_2O_5 ;
- 64,3 % P_2O_5 ;
- 74,3 % P_2O_5 .

41. В производстве простого суперфосфата камерным способом используется серная кислота концентрацией

- 28-30 %;
- 52-54 %;
- 67-68 %;
- 93-94 %

42. В производстве простого суперфосфата камерным способом температура в многосекционном смесителе составляет

- 50-75 °С;
- 75-90 °С;
- 90-105 °С;
- 105-115 °С.

43. В производстве простого суперфосфата камерным способом температура серной кислоты, подаваемой в многосекционный смеситель, составляет

- 50 55-70 °С;
- 51 70-85 °С;
- 52 85-100 °С;
- 53 105-115 °С.

44. В производстве простого суперфосфата камерным способом время пребывания пульпы в многосекционном смесителе составляет

- 5-7 мин.;
- 10-15 мин.;
- 15-20 мин.;
- 20-25 мин.

45. В производстве простого суперфосфата камерным способом разбавление серной кислоты в многосекционном смесителе происходит до ее концентрации в реакционной смеси около

- 30 %;
- 40 %;
- 50 %;
- 60 %

46. В производстве простого суперфосфата камерным способом время пребывания реакционной массы в суперфосфатной камере составляет

- 5-7 мин.;
- 30 мин. - 2 часа;
- 5-10 часов;
- 2-3 недели.

47.В производстве простого суперфосфата камерным способом температура в суперфосфатной камере составляет

- 50-70 °С;
- 70-90 °С;
- 90-105 °С;
- 105-115 °С.

48.В производстве простого суперфосфата камерным способом коэффициент разложения апатитового концентрата в суперфосфатной камере достигает

- 65-66 %;
- 75-76 %;
- 85-86 %;
- 95-96 %

49.В производстве простого суперфосфата камерным способом время складского вызревания продукта составляет

- 5-7 мин.;
- 30 мин. - 2 часа;
- 5-10 часов;
- 2-3 недели.

50.В производстве простого суперфосфата камерным способом температура при складском дозревании продукта составляет

- 40-50 °С;
- 70-90 °С;
- 90-105 °С;
- 105-115 °С.

51.В производстве простого суперфосфата камерным способом общий коэффициент разложения апатита при складском дозревании достигает

- 80 %;
- 90 %;
- 94 %;
- 99 %.

52.Содержание P_2O_5 (общ.) в простом не аммонизированном суперфосфате, полученном по камерной технологии из апатита, составляет

- 21,5 %;
- 20,2 %;
- 5,00 %;
- 9,8 %.

53.Содержание P_2O_5 (усв.) в простом не аммонизированном суперфосфате, полученном по камерной технологии из апатита, составляет

- 21,5 %;
- 20,2 %;
- 5,00 %;
- 9,8 %.

54.Содержание P_2O_5 (своб.) в простом не аммонизированном суперфосфате, полученном по камерной технологии из апатита, составляет

- 21,5 %;
- 20,2 %;
- 5,00 %;
- 9,8 %.

55.Содержание H_2O в простом не аммонизированном суперфосфате, полученном по камерной технологии из апатита, составляет

- 21,5 %;
- 20,2 %;
- 5,00 %;
- 9,8 %.

56.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом используется серная кислота концентрацией

- 28-30 %;
- 52-54 %;
- 67-68 %;
- 93-94 %

57.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом время пребывания суспензии в многосекционном экстракторе составляет

- 5-7 мин.;
- 30 мин. - 2 часа;
- 5-7 часов;
- 2-3 недели.

58.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом разложение фосфатного сырья смесью серной и фосфорной кислот ведут в многосекционном экстракторе при температуре

- 35-50 °C;
- 50-65 °C;
- 65-75 °C;
- 90-105 °C.

59.В производстве экстракционной фосфорной кислоты полугидратным способом разложение фосфатного сырья смесью серной и фосфорной кислот ведут в многосекционном экстракторе при температуре

- 35-50 °C;
- 50-65 °C;
- 65-75 °C;
- 90-105 °C.

60.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом избыток серной кислоты (вводимой в многосекционный экстрактор) от стехиометрического количества составляет
0 %;

10 %;
15 %;
20 %.

61.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом коэффициент разложения фосфатного сырья в многосекционном экстракторе достигает

- 90 %;
- 93 %;
- 95 %;
- 98 %.

62.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом соотношение между массами жидкой и твердых фаз, т. е. Ж : Т, в суспензии, находящейся в экстракторе, поддерживают равным

- (0,7-1,5) : 1;
- (1,7-2,5) : 1;
- (2,7-3,5) : 1;
- (3,7-4,5) : 1.

63.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом температура воды, подаваемой на промывку дигидрата сульфата кальция, составляет

- 30-40 °С;
- 40-50 °С;
- 60-70 °С;
- 80-90 °С

64.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом коэффициент отмывки дигидрата сульфата кальция от фосфорной кислоты достигает

- 80-82 %;
- 85-87 %;
- 90-92 %;
- 97-99 %.

65.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом первый фильтрат (продукционная фосфорная кислота) содержит

- 28-30 % P_2O_5 ;
- 52-54 % P_2O_5 ;
- 38,65-41,41 % H_3PO_4 ;
- 71,77-74,54 % H_3PO_4 .

66.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом второй фильтрат (раствор после первой промывки дигидрата сульфата кальция от фосфорной кислоты) содержит

- 5-10 % P_2O_5 ;
- 22-25 % P_2O_5 ;
- 28-30 % P_2O_5 ;
- 52-54 % P_2O_5 .

67.В производстве экстракционной фосфорной кислоты дигидратным способом третий фильтрат (раствор после второй промывки дигидрата сульфата кальция от фосфорной кислоты) содержит

- 5-10 % P_2O_5 ;

- 22-25 % P_2O_5 ;
- 28-30 % P_2O_5 ;
- 52-54 % P_2O_5 .

68. После концентрирования экстракционная фосфорная кислота, полученная дигидратным способом, содержит

- 28-30 % P_2O_5 ;
- 52-54 % P_2O_5 ;
- 38,65-41,41 % H_3PO_4 ;
- 71,77-74,54 % H_3PO_4 .

69. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ разложение фосфатного сырья азотной кислотой ведут при температуре

- 30-40 °C;
- 40-50 °C;
- 50-70 °C;
- 70-90 °C.

70. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ разложение фосфатного сырья азотной кислотой ведут при избытке HNO_3 от стехиометрического количества равном

- 0 % ;
- 5-10 %;
- 10-15 %;
- 15-20 %

71. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ температура в кристаллизаторах поддерживается в пределах

- минус 2 минус 10 °C;
- ниже минус 10 °C;
- от 2 до 10 °C;
- выше 10 °C.

72. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ степень удаления кальция в кристаллизаторах достигает

- 60-70 %;
- 70-80 %;
- 80-85 %;
- 90-95 %.

73. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ температура в аммонизаторах на стадии нейтрализации маточного раствора аммиаком составляет

- 50-70 °C;
- 90-105 °C;
- 115-125 °C;
- 170-185 °C.

74. В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ pH на первой ступени нейтрализации поддерживают в пределах

- 2,6-3,0;

- 3,6-4,0;
- 4,8-5,0;
- 5,8 - 6,0.

75.В производстве нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ рН на второй ступени нейтрализации поддерживают в пределах

- 2,6-3,0;
- 3,6-4,0;
- 4,8-5,0;
- 5,8 - 6,0.

Список заданий для оценки продвинутого уровня освоения компетенций

Задание 1

1. Приведите и объясните конструкции реакторов для процессов газификации твердых топлив.
2. Объясните, чем отличаются реакции полного и парциального окисления углеводородов. Какие процессы парциального окисления веществ вы знаете.
3. Изобразите функциональную схему производства азотной кислоты по схеме АК-72. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов стадии окисления аммиака.

Задание 2

1. Какие стадии включают производства аммиака и метанола из природного газа?
2. Приведите и опишите технологическую схему совмещенной паро-кислородо-воздушной конверсии природного газа в производстве аммиака.
3. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов стадии окисления аммиака, в производстве азотной кислоты работающей схеме УКЛ-7

Задание 3

1. Физико-химические основы абсорбционных методов очистки природного и технологических газов от оксидов углерода.
2. Представьте и опишите технологическую схему очистки конвертированного газа от диоксида углерода растворами поташа или этаноламинов. В чем заключаются недостатки этих способов.
3. Опишите основные стадии производства азотной кислоты. Укажите условия проведения химических реакций и принципиальное устройство основных аппаратов. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов абсорбционного отделения в производстве азотной кислоты.

Задание 3

1. Представьте блок схему производства гранулированной аммиачной селитры и опишите основные стадии ее получения.
2. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов процесса риформинга природного газа в производстве аммиака.
3. Перечислите и дайте сравнительную характеристику различных способов химического связывания молекулярного азота.

Задание 4

1. Объясните, почему переработку углеводородного сырья до синтез-газа производят в нескольких последовательно соединенных реакторах.
2. Почему паровую конверсию природного газа проводят в трубчатых печах?
3. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов процесса среднетемпературной конверсии монооксида углерода водяным паром в производстве аммиака.

Задание 5

1. Перечислите и дайте сравнительную характеристику способов очистки конвертированного газа от диоксида углерода.
2. Перечислите необходимые справочные материалы для расчета абсорбционного аппарата в системе жидкостной очистки и приведите последовательность такого расчета.
3. Обоснуйте необходимость рецикловой схемы в производстве аммиака и выбор критерия, по которому определяется объем рецикла.

Задание 6

1. Перечислите отрасли промышленности, потребляющие азотную кислоту.
2. Какие экологические проблемы существуют в производстве азотной кислоты?
3. Опишите основные реакции нейтрализации выхлопных газов в производстве азотной кислоты. Приведите пример расчета материальных и тепловых балансов данной стадии.