

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИнБиоХим
Лазуткина

Ю.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.9.1 «Технология связанного азота»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.01**

Химическая технология

Направленность (профиль, специализация): **Технология химических производств**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	М.П. Чернов
Согласовал	Зав. кафедрой «ХТ»	В.В. Коньшин
	руководитель направленности (профиля) программы	А.М. Маноха

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств получаемой продукции и механизма химических процессов в технологии связанного азота	выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ для процессов получения азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий в производствах азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.
ПК-1	способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	общие закономерности химических процессов, влияние технологических параметров на механизм и скорость протекания физико-химических процессов, осуществляемых в производствах азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	грамотно проводить оптимизацию основных параметров технологического режима в процессах получения азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	навыками работы с нормативно-правовой документацией, необходимой для организации производства на предприятиях получения азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.
ПК-10	способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	методы исследований аналитической химии и материаловедения, основы химической технологии в производствах азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	использовать методики анализа сырья и готовой продукции в технологии связанного азота	методиками анализа и статистическими методами обработки экспериментальных данных при определении технологических характеристик сырья и готовой продукции в производствах азотоводородной смеси, синтетического

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
				аммиака, азотной кислоты, карбамида.
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	- способы организации технологических процессов в технологии связанного азота, - оборудование основных технологических процессов, применяемых в производствах азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	подготовить стандартное оборудование к работе, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий, технологических процессов в производствах азотоводородной смеси, синтетического аммиака, азотной кислоты, карбамида.	стандартными и сертификационными методами решения практических задач в технологии связанного азота

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Гетерогенный катализ и каталитические системы, Общая и неорганическая химия, Общая химическая технология, Процессы и аппараты химической технологии, Технология основного неорганического синтеза, Физическая химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Преддипломная практика

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	26	0	13	69	49

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 8

Лекционные занятия (26ч.)

1. Модуль 1

Химические способы производства водорода и азотоводородной смеси. Общие закономерности технологических процессов.(10ч.)[1,3,5] 1.1 Масштабы мирового производства связанного азота. Азотная промышленность страны и за рубежом.

1.2 Технология получения азота, кислорода и редких газов методом глубокого охлаждения.

1.2.1 Цикл глубокого охлаждения.

1.2.2 Закономерности фракционной конденсации и фракционного испарения воздуха. Колонны двойной ректификации.

1.2.3 Типы воздуходелительных установок.

2 Установка для получения азота и кислорода.

2.1 Конструкция аппаратов.

2.2 Выделение редких газов.

3.1 Химические способы получения водорода и азотоводородной смеси. Термодинамические основы конверсии природного газа.

3.1.1 Теория конверсии природного газа парами воды, кислородом и смесью окислителей.

3.1.2 Катализаторы конверсии.

3.2 Конверсия оксида углерода (II).

3.2.1 Равновесие, влияние температуры, давления, соотношения компонентов на степень конверсии.

3.2.2 Катализаторы.

3.2.3 Яды.

3.2.4 Кинетика реакции конверсии CO.

3.2.5 Оптимальные условия ведения процесса.

4.1 Очистка природного газа от серосодержащих соединений. Технология, схемы конверсии природного газа.

- 4.1.1 Трубчатые печи и шахтные конверторы метана.
- 4.1.2 Конверторы СО первой и второй ступеней.
- 4.2 Очистка конвертированного газа от кислорода содержащих соединений. Способы очистки от СО₂ и СО.
- 4.2.1 Физико-химические основы очистки конвертированного газа растворами этаноламинов и карбонатов.
- 4.2.2 Однопоточные и многопоточные схемы, аппаратное оформление.
- 5 Производство водорода методом электролиза воды.
- 5.1 Физико-химические основы процесса электролиза воды.
- 5.2 Виды электролитов.
- 5.3 Конструкции ванн для электрохимического разложения воды.
- 5.4 Получение водорода при электролизе растворов хлорида натрия.

2. Модуль 2.

Общие закономерности технологического процесса производства синтетического аммиака. Влияние различных технологических параметров.(6ч.)[3,5] 6 Технология синтетического аммиака. Физико-химические свойства аммиака.

- 6.1 Равновесие реакции синтеза.
- 6.2 Влияние температуры, соотношения азота и водорода, примесей на выход.
- 6.3 Катализаторы синтеза, состав, приготовление и восстановление.
- 6.4 Каталитические яды.
- 6.5 Кинетика процесса синтеза аммиака.
- 6.6 Методы выделения аммиака из газа.
- 6.7 Классификация систем синтеза аммиака.
- 7.1 Схемы установок большой единичной мощности.
- 7.1.1 Конструкции колонн синтеза.
- 7.1.2 Конструкции конденсаторов и испарителей аммиака.
- 7.1.3 Хранение и транспортировка аммиака.
- 7.2 Энергетическое обеспечение современного агрегата производства аммиака.
- 7.2.1 Система водоподготовки.
- 7.2.1 Выбор схемы ионной обработки воды.
- 8 Контактное окисление аммиака.
- 8.1 Реакции процесса.
- 8.2 Использование катализатора избирательного действия. Яды.
- 8.3 Очистка воздуха и аммиака.
- 8.4 Оптимальная концентрация аммиака, ее определение. Температурный режим, условия его поддержания.
- 8.5 Потери катализатора, меры по их снижению.
- 8.6 Кинетика процесса окисления аммиака. Влияние давления.
- 8.7 Конструкция контактных аппаратов.

3. Модуль 3.

Производство азотной кислоты(6ч.)[2,3,5] 9 Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту.

- 9.1 Конструкция абсорбционных колонн.

- 9.2 Методы поддержания температурного режима в абсорбционной колонне.
- 10 Схема производства разбавленной азотной кислоты.
- 10.1 Схема производства разбавленной азотной кислоты (под атмосферным давлением, при повышенном давлении, комбинированная).
- 10.2 Сравнение схем.
- 11.1 Производство концентрированной азотной кислоты.
- 11.1.1 Концентрирование разбавленной азотной кислоты.
- 11.2 Методы борьбы с выбросами оксидов азота в атмосферу.
- 4. Модуль 4 Производство карбамида {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,5]**
- 12 Технология производства карбамида.
- 12.1 Свойства карбамида. Методы его получения.
- 12.2 Равновесия и скорость реакций. Влияние температуры, давления и концентраций аммиака и углекислого газа на скорость процесса и выход карбамида.
- 12.3 Способы выделения карбамида из плава. Дистилляция плава.
- 12.4 Рециркуляция аммиака и углекислоты.
- 12.5 Оптимальный технологический режим.
- 12.6 Применение карбамида.

Практические занятия (13ч.)

- 1. Практическое занятие 1. {работа в малых группах} (2ч.)[4,5]** Расчет теплового и материального баланса конверсии метана в трубчатой печи.
- 2. Практическое занятие 2.(2ч.)[4,5]** Расчет теплового и материального баланса конверсии метана в шахтном конверторе.
- 3. Практическое занятие 3.(2ч.)[4,5]** Расчет теплового и материального баланса конвертора CO.
- 4. Практическое занятие 4(2ч.)[4,5]** Контрольный опрос.
Расчет материального и теплового баланса колонны синтеза аммиака.
- 5. Практическое занятие 5(2ч.)[4,5]** Расчет конденсаторов аммиака.
Определение количества продувочных и танковых газов.
- 6. Практическое занятие 6. {работа в малых группах} (3ч.)[4,5]** Расчет материального баланса отделения синтеза аммиака.

Самостоятельная работа (69ч.)

- 1. Проработка теоретического лекционного материала(13ч.)[1,2,3,5,6,7,8]**
- 2. Подготовка к практическим занятиям(13ч.)[4,5]**
- 3. Подготовка к контрольному опросу(1ч.)[1,3,5]**
- 4. Выполнение расчётного задания(20ч.)[1,2,4]**
- 5. Подготовка к зачёту(22ч.)[1,2,3,5]**

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Свит Т. Ф. Основы разделения воздуха методом глубокого охлаждения и ректификации: учебное пособие / Т. Ф. Свит; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Изд. 2-е, перераб. и доп.- Электрон. дан. - Барнаул : АлтГТУ, 2009. – – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/tnv/Svit-vozduh.pdf>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Ильин А.П. Производство азотной кислоты: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.П. Ильин, А.В. Кунин.- 2-е изд., испр.- Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 256 с. - ЭБС "Лань". - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=12999

3. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Электронный ресурс] / [учебник для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям]. - Изд. 2-е, перераб. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. - 382 с. - ЭБС "Лань". - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973

6.2. Дополнительная литература

4. Расчеты по технологии неорганических веществ / Под редакцией М.Е. Позина - Л.: Химия, 1977. - 496 с.- 24 экз.

5. Курс технологии связанного азота : [учебник для химико-технологических специальностей вузов] / В. И. Атрощенко [и др.] ; под ред. В. И. Атрощенко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Химия, 1969. - 382, [1] с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 376-383. - 16 экз.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. Химический каталог: химические ресурсы Рунета [http:// www.ximicat.com/](http://www.ximicat.com/)

7. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>

8. Сайт о химии для химиков [http:// www.ximik.ru](http://www.ximik.ru)

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».