Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 12:22:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»

по специальности
**18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализация
«Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация (степень) выпускника
**Специалист**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2021 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» следует отнести:

– подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специальности.

– познание методов природы химико-технологических процессов, а также методов их оптимизации для наиболее эффективного использования в технике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» следует отнести:

– освоение технологии производств ЭНМ и оборудования, в котором оно проводится.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» относится к числу дисциплин специализации, устанавливаемых ВУЗом (Б.1.1.33) основной образовательной программы специалитета.

«Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Конструирование и расчет элементов оборудования;

– Системы управления химико-технологическими процессами

– Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии

– Химические реакторы производств нитропродуктов.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| ПСК-5.2 | - способность использовать технические средства автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов | **знать:**<br>● разработку, проектирование и совершенствование средств и методов получения и способов применения ЭНМ и изделий,<br>● промышленное и опытное производств индивидуальных и смесевых ЭНМ, исходных и промежуточных продуктов для их получения<br>**уметь:**<br>● управлять автоматизированными технологическими процессами производства ЭНМ и изделий,<br>● владеть современными методами конструирования и механизации производственных процессов<br>**владеть:**<br>● способностью на научной основе организовывать труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе для проведения научных исследований. |
| ПСК-5.3 | - владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий | **знать:**<br>● управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий<br>**уметь:**<br>● использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов<br>**владеть:**<br>● современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, т.е. **288** академических часов (из них 144 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» изучаются на четвертом курсе.

**7 семестр:** лекции – 2 часа в неделю (36 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

**8 семестр:** лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

**Содержание разделов дисциплины.**

**Раздел 1. Технология ЭНМ**

Технология инициирующих взрывчатых веществ (ИВВ). Азид свинца, основные свойства, исходные компоненты и технологии его получения.

Гремучая ртуть, Основные свойства, исходные компоненты и технология ее получения.

Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), основные свойства, исходные компоненты и технологии его получения. Утилизация отходов производства ИВВ.

Основы производства бризантных взрывчатых веществ (БВВ). Общая характеристика БВВ. Нитросоединения, нитроэфиры, теоретические основы синтеза БВВ. Принципы построения технологических процессов. Непрерывные и периодические процессы.

Тринитротолуол (ТНТ) и технология его производства. Основные свойства и области применения ТНТ. Исходные компоненты и их свойства. Особенности нитрования толуола в ТНТ. Очистка ТНТ от побочных примесей. Особенности сушки ТНТ. Гранулирование, чешуирование, укупорка ТНТ. Вопросы экологии в производстве ТНТ, охрана труда и техника безопасности. Перспективы совершенствования производства ТНТ.

Гексоген и технология его производства. Основные свойства и области применения гексогена. Исходные компоненты, их свойства. Технология получения гексогена прямым нитрованием уротропина азотной кислотой. Усусноангидридный метод получения гексогена. Флегматизация гексогена. Охрана труда и техника безопасности в производстве гексогена.

Октоген и технология его производства. Основные свойства и области применения октогена. Исходные компоненты, их свойства. Технология получения октогена. Очистка октогена от нестойких примесей, его рекристаллизация. Охрана труда и техника безопасности в производстве октогена.

Тринитропентаэритрит (ТЭН) и технология его производства. Основные свойства и области применения ТЭНа. Исходные компоненты, их свойства. Технология получения ТЭНа. Охрана труда и техника безопасности в производстве ТЭНа.

Нитроцеллюлоза (НЦ) и технология ее производства. Основные свойства и области применения НЦ. Исходные компоненты, их свойства. Вид целлюлозного материала (ЦМ). Непрерывная технология получения НЦ. Непрерывная стабилизация НЦ, цель стабилизации НЦ. Охрана труда и техника безопасности в производстве НЦ.

Нитроглицерин (НГЦ) и технология его производства. Основные свойства и области применения НГЦ. Исходные компоненты, их свойства. Инжекторный метод получения НГЦ. Охрана труда и техника безопасности в производстве НГЦ.

Коммерческие ВВ, пиротехнические составы. Технология их приготовления. Особенности техники безопасности.

Перспективы развития производства вв и порохов. Технологические процессы получения эластичных, пластичных, пастообразных ВВ. Принципы получения взрывчатых материалов (ВМ) из невзрывных компонентов.

Конверсия технологии производства ЭНМ. Принципы ассимиляции основных и вспомогательных цехов заводов отрасли. Конверсия технологии производств ЭНМ для получения миррой и гражданской продукции.

**Раздел 2. Особенности конструирования и расчета оборудования производства ЭНМ.**

Структурные схемы производства ВВ и классификация основного технологического оборудования. Структурная схема производства ВВ, основные типы процессов и оборудования в этих производствах. Основные принципы рассмотрения основного оборудования, применяемого в производствах ВВ по его функциональному назначению. Возможности использования специальных типов аппаратов, учитывающих особенности производства ВВ.

Аппараты с перемешивающими устройствами для проведения процессов получения ВВ.

Классификация химических аппаратов с перемешивающими устройствами, применяемых в производстве ВВ, по принципу действия, по вводу и выводу компонентов, по числу фаз. Основные типы аппаратов (проточный полного смешения, периодический реактор полного смешения, каскад реакторов полного смешения, полного вытеснения). Их преимущества и недостатки при проведении химических процессов получения ВВ.

Цель и назначение процесса перемешивания в маловязких жидки средах. Механические, пневматические и струйные методы перемешивания, используемые на различных стадиях производства ВВ. Влияние технологических параметров (температуры, давления, теплового эффекта химической реакции, пожаро- или взрывоопасности процесса, загрузки аппарата) на эффективность и интенсивность процесса перемешивания применительно к оборудованию производств ВВ. Факторы, влияющие на конструкцию реактора (технологические параметры, агрегатное состояние компонентов, изменение агрегатного состояния, интенсивность и эффективность перемешивания, интенсивность теплообмена, химическая агрессивность, токсичность перерабатываемой массы, способы и конструкции для контроля и измерения параметров в ходе химического процесса).

Основные конструкции механических перемешивающих устройств для оборудования, в котором проводится физические, химические, тепловые процессы или их комбинация. Выбор типа и конструкции перемешивающего устройства. Схема гидродинамического расчета перемешивающего устройства. Сравнительная эффективность применения лопастных,

пропеллерных, турбинных мешалок при их использовании в процессе смешения, в процессах, сопровождающихся химическими взаимодействиями и тепловыделением. Практические данные по удельному расходу мощности и кратности перемешивания для основных реакторов производств ВВ. Сопоставление расчетных, экспериментальных данных с нормативными материалами. Принцип расчета струйных и пневматических перемешивающих устройств.

Особенности нитрационных процессов в производств ВВ. Периодические и непрерывные схемы работы нитрационных установок и смесителей для приготовления нитрующих смесей. Выбор типа и конструкции нитрационных установок применительно к быстро и медленно протекающим процессам, сопровождающимся большим количеством выделяющегося тепла, с учетом гидродинамической обстановки в реакторе, создаваемой перемешивающими устройствами. Расчет времени пребывания и реакционных объемов нитрационных реакторов. Тепловые балансы смешения кислот, процесса нитрования.

Схема теплового расчета нитрационного реактора. Определение поверхности теплообмена с учетом гидродинамической обстановки в реакционном объеме аппарата. Основные конструктивные решения поверхности теплообмена в реакционных аппаратах производства ВВ. Совместная работа нитрационного реактора и холодильной установки. Контроль процесса нитрования и специальные требования техники безопасности при работе нитрационных аппаратов.

Особенности конструкций нитрационных аппаратов и их расчетов. Нитрационные аппараты в производстве тротила. Совмещение нитрационного реактора с сепаратором центробежного типа или центрифугой. Конструктивные особенности шнек-подъемника и метод инженерного расчета. Нитрационные аппараты для получения гексогена, октогена, тэна, их конструктивные особенности.

Нитрационные аппараты в производстве нитроглицерина (кожухотрубчатый, струйного типа). Особенности привода мешалки в реакторе нитроглицерина.

Расчет маховика. Нитрационные агрегаты в производстве нитроцеллюлозы (нитратор-дозатор, аппарат кругового типа, трубчатый реакционный аппарат).

Пути совершенствования нитрационной аппаратуры. Основные конструкции устройств аварийного опорожнения нитрационных аппаратов (аварийных клапанов) и методы их расчета. Особенности конструкции устройств ввода компонентов, хладагента, датчиков контроля технологических параметров нитрационного процесса в производстве ВВ.

Аппараты стабилизации, промывки и кристаллизации ВВ. Особенности аппаратурного оформления процессов стабилизации, промывки, кристаллизации в производстве ВВ. Аппараты периодического действия, непрерывного действия для стабилизации и промывки гексогена, тэна,

нитроглицерина. Промывные системы центробежного принципа действия в производстве нитроэфиров.

Конструктивные особенности грануляционных аппаратов и барабанных кристаллизаторов в производстве тротила. Схемы теплового и механического расчетов аппаратов для кристаллизации. Специальные требования техники безопасности к оборудованию для проведения процессов очистки и кристаллизации ВВ.

Специальные виды оборудования в производстве нитроцеллюлозы. Сущность процессов, происходящих при измельчении нитроцеллюлозы. Измельчающие машины типа РК-10, ДМК, МД-31. Особенности их конструкций и методов инженерного расчета. Сравнительные характеристики измельчающих машин различных типов. Трубчатый автоклав. Особенности их конструкций, схемы теплового и механического расчетов. Аппараты для окончательной стабилизации и приготовления общий партий. Особенности их конструкций.

Оборудование для отделения ВВ от кислот и промывных вод. Периодические и непрерывные методы отделения ВВ от отработанных кислот и промывных вод. Специальные требования техники безопасности к конструкции сепараторов, фильтров, центрифуг. Машины типа НГЦ, АТ-1800, ЦТ, АПЦ для обезвоживания, вакуум-фильтры чашечного и барабанного типов. Порядок инженерного расчета такого оборудования.

Оборудование для сушки в производстве ВВ. Основные принципы выбора типа оборудования для сушки ВВ и порохов. Особенности конструкций сушильных установок (с кипящим слоем, барабанного типа и т.д.) в производстве ВВ и порохов. Порядок расчета такого оборудования. Особенности систем подачи, удаления и очистки сушильного агента.

Оборудование для регенерации отработанных кислот в производстве ВВ и порохов. Аппарат разложения нитротел в производстве нитроэфиров. Особенности его конструкции. Аппараты для разделения кислотных смесей, концентрирования и укрепления кислотных компонентов этих смесей. Особенности их конструкций. Порядок теплового и механического расчетов таких аппаратов. Преимущества замкнутых водо- и кислотооборотов в производстве ВВ и порохов.

**Раздел 3. Переработка ЭНМ в изделия**

Структурные схемы производства порохов и классификация основного технологического оборудования. Структурная схема производства порохов и основные виды процессов и оборудования в этих производствах. Обоснование принципа рассмотрения основного оборудования, применяемого в производстве порохов, по его функциональному назначению. Возможности использования типового химического оборудования и обоснование необходимости разработка специальных видов машин и аппаратов, учитывающих особенности производства порохов.

Смесители для получения порохов коллоидного типа. Сущность процессов получения порохов на основе летучего и нелетучего растворителя. Смесительные установки периодического и непрерывного действия для приготовления порохов. Машины типа ГАРТ. Особенности конструкции дозирующих устройств и аппаратов смешения. Установка типа НИ-2 и дозирующие устройства к ней.

Основные методы переработки порохов в изделия. Особенности поведения порохов в процессе их переработки в изделия гранулированием, формованием. Методы проходного формования. Основные стадии уплотнения, консолидации и формования материала, протекающие в рабочих зонах лопастных, вальцевых, шнековых установок (предварительно уплотнение, аутогезионные и когезионные процессы).

Вальцевые установки. Основные технологические процессы переработки порохов в изделия, протекающие на вальцах при формовании (гомогенизация, пластификация, желатинизация и сушка). Каландрирование, вальцевание с образованием чулка. Особенности периодического и непрерывного вальцевания. Понятие фрикции. Влияние свойств перерабатываемых материалов на процесс вальцевания. Основные рабочие зоны вальцевых установок.

Упрощенные расчетные модели процесса вальцевания порохов и их теоретическое обоснование. Метод инженерного расчета зоны загрузки (величина угла захвата, максимальный размер захватываемых частиц). Влияние конструктивных особенностей вальцев на процессы, протекающие в загрузочной зоне. Принцип расчета зоны действия когезионных процессов в рабочем зазоре валков. Вывод расчетных зависимостей для определения производительности (технологической, транспортной), давления, распорного усилия, мощности вальцевых установок. Особенности расчета этой зоны в случае ньютоновского и неньютоновского поведения перерабатываемой массы.

Схема вальцевой установки, применяемой в производстве порохов, ее конструктивные особенности (привод, рифление поверхности валков, контроль зазора, замыкание распорного усилия, формующие кольца, изготовление валков, фрикционная пара, способы остановки валков, затекание массы в зазор между формующим кольцом и холостым валком, устройство питания и резки полуфабриката). Основные технические характеристики вальцевой установки. Порядок теплового и прочностного расчета вальцевых установок. Специальные требования безопасности при работе вальцевых установок для переработки порохов.

Пути совершенствования конструкции и автоматизации вальцевых установок. Кинематическая схема ПКТ. Преимущества и недостатки вальцевой установки подобного типа, ее конструктивные особенности.

Шнековые установки. Основные технологические процессы, протекающие в шнек-прессах (отжим, гранулирование, смешивание, формование, наполнение оболочек). Основные рабочие зоны в формующих

шнек-прессах (загрузка, транспортирование, аутогезионные и когезионные процессы пресс-инструмента) и анализ процессов, протекающих в этих зонах. Влияние свойств перерабатываемых материалов на процесс формования. Упрощенные расчетные модели процесса формования порохов и их теоретическое обоснование.

Метод инженерного расчета загрузочной зоны и зоны действия аутогезионных процессов (производительность, мощность). Возникновение процесса пробкообразования (срыв с рифов, падение производительность, трение, нагрев, аварийная ситуация).

Влияние конструктивных особенностей загрузочного устройства, корпуса, шнек-винта, коэффициента подачи, размера и формы частиц материала на производительность загрузочной и переходной зоны. Процесс уплотнения частиц материала в винтовом канале шнек-пресса. Аналогия с уплотнением в матрице. Работа, мощность на прессование. Влияние производительности на мощность. Мощность на преодоление сил трения. Полная мощность. КПД шнек-пресса. Уплотнение при изменении объема витка и сопротивления материала движению. Пути изменения объема витка.

Принцип расчета зоны формования. Упрощенные гидродинамические модели течения массы в винтовом канале шнек-пресса. Основные допущения. Плоская гидродинамическая модель. Расчет производительности и мощности формующей зоны шнек-пресса при течении массы, подчиняющейся ньютоновскому реологическому закону. Эпюры скоростей, напряжений. Учет влияния угла наклона винтового канала. Полезная и полная мощность на формование. КПД шнек-пресса. Преимущества и недостатки плоской модели. Ротационная гидродинамическая модель. Расчет производительности и мощности формующей зоны шнек-пресса при течении массы, подчиняющейся ньютоновскому закону. Преимущества и недостатки ротационной модели. Взаимодействие шнек-пресса и формующего пресс-инструмента. Пути управления производительностью шнек-пресса с учетом допустимых напряжений сдвига.

Схема установки формующего прессинструмента шнек-пресса, применяемого в производства порохов. Конструктивные особенности шнеков установок (привод, рифление корпуса, полировка винта, динамически облегченная втулка, хомут, срезное кольцо, замыкание осевого усилия, охлаждение корпуса винта, устройства питания шнека полуфабрикатом и резки изделия). Основные технические характеристики формующего шнек-пресса типа П-125 и отжимного шнек-пресса ПО-125. Порядок теплового и прочностного расчетов шнековых установок Специальные требования техники безопасности при работе шнековых установок.

Пути совершенствования конструкции и автоматизации шнековых установок для переработки и формования порохов. Принципиальная схема двухшнековой установки с параллельно расположенными шнек-винтами.

Основные преимущества и недостатки двухшнековых установок.

Смешивающая способность одно- и двухшнековых установок.

Сушильные установки. Основные конструкции установок для подогрева и сушки в производстве порохов и их особенности. Устройства для очистки отработанного сушильного агента. Специальные требования техники безопасности при работе сушильных установок. Пути совершенствования конструкции и автоматизации сушильных установок.

Специальные виды оборудования в производстве порохов. Установка периодического и непрерывного действия в производстве порохов для проведения процессов удаления растворителя и обезвоживания (провялка, вымочка, сушка). Аппараты типа ГЗ-Ф, АУР. Особенности их конструкций и методы инженерного расчета. Установки для мешки в производстве порохов. Специальные требования техники безопасности в производстве порохов.

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях кафедры;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную разработке и расчету оборудования для производства и переработки ЭНМ, и предусматривает реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Курсовой проект предусматривает сбор материала по выданному заданию, формулирование выводов и постановку задачи, назначение основные параметров процессов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают защиту курсового проекта.

Образцы экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

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

### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПСК-5.2 | - способность использовать технические средства автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов |
| ПСК-5.3 | - владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **ПСК-5.2 -способность использовать технические средства автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов.** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **знать:** правила составления заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: по составлению заданий на проектирование технологических процессов, | Обучающийся в целом демонстрирует правила составления заданий на проектирование технологических процессов, однако излагает последовательность этапов составления заданий в недостаточной полноте; проявляет ограниченность знаний по техническим средствам проектирования технологических процессов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся в полном объеме демонстрирует правила составления заданий на проектирование технологических процессов, последовательно излагает этапы составления заданий; проявляет компетентность в области технических средств проектирования процессов. При изложении положений, характеризующих необходимый уровень знаний правил составления заданий на проектирование допускаются неточности. | Обучающийся в полном объеме демонстрирует правила составления заданий на проектирование технологических процессов, последовательно излагает этапы составления заданий; проявляет компетентность в области технических средств проектирования процессов. |
| **уметь:** разрабатывать мероприятия по снижению аварийности, травматизма и заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов с целью вывода людей из зон с опасными и вредными условиями труда, по охране окружающей среды; | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени выбирать и использовать мероприятия по механизации и автоматизации процессов с целью вывода людей из зон с опасными и вредными условиями труда. Демонстрирует незнание технических средств и систем обеспечивающих снижение аварийности производства. | Обучающийся демонстрирует ограниченное умение по разработке мероприятий, снижающих аварийность и травматизма. Не раскрывает в полном объеме роль автоматизации технологических процессов для снижения уровня опасности производства знергонасыщенных материалов. Проявляет частичное знание технических средств обеспечивающих снижение аварийности | Обучающийся демонстрирует достаточное умение по разработке мероприятий, снижающих аварийность и травматизма. В целом раскрывает роль автоматизации технологических процессов для снижения уровня опасности производства знергонасыщенных материалов. Показана компетентность в области технических средств обеспечивающих снижение аварийности производства. При изложении положений, характеризующих необходимый уровень умения разрабатывать мероприятия по снижению аварийности имеются допустимые погрешности. | Обучающийся демонстрирует достаточное умение по разработке мероприятий, снижающих аварийность и травматизма. В целом раскрывает роль автоматизации технологических процессов для снижения уровня опасности производства знергонасыщенных материалов. Показана компетентность в области технических средств обеспечивающих снижение аварийности производства. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | производства. | | |
| **владеть:** приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации производства энергонасыщенных материалов. | Поверхностно владеет приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации процессов; недостаточно ориентируется в выборе необходимых действий и решений по организации работы оборудования в требуемых технологических режимах. | Обучающийся владеет приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации процессов; ориентируется в выборе необходимых действий и решений по организации работы оборудования в требуемых технологических режимах. При изложении положений, характеризующих необходимый уровень владения приемами эксплуатации допускаются неточности. | Обучающийся владеет приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации процессов; ориентируется в выборе необходимых действий и решений по организации работы оборудования в требуемых технологических режимах. |
| **ПСК-5.3 - владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий** | | | | |
| **знать:**<br>• управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных понятий, основ методов расчета и обеспечения работы оборудования криохимической технологии | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и понятий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов управления автоматизированными технологическими процессами ЭНМ и изделий | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных материалов и изделий, свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **уметь:**<br>• использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты по использованию технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий | Обучающийся владеет методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении | Обучающийся частично владеет современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | навыков в новых ситуациях. | | |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» (выполнили курсовую работу, выполнили лабораторную работу)

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, исправленные при повторном ответе. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное |

| | |
|---|---|
| | соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

**а) основная литература:**

- Генералов М.Б. Силин В.С. Химические реакторы производств нитропродуктов: Учебное пособие для вузов /Под ред. М.Б. Генералова – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 392 с. ил.

**б) дополнительная литература:**

1. Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ: учебник для вузов: -3-е изд. Перераб. – Л.: Химия, 1981. -312 с., ил.
2. Цуцуран В.И. Введение в технологию энергонасыщенных материалов. – М.: МО РФ, 2006. -300 с.

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы.

Лекции с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории Бсб811. Практические и семинарские занятия проводятся в лабораториях, в аудиториях Бсб811 с демонстрацией работы лабораторных и научно-исследовательских установок и вспомогательного оборудования, что

необходимо для более наглядного изучения дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

## 10.Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать

самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе

их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 18.05.01 – **«Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)».**

**Программу составил:**

Доцент, к.т.н. /Силин В.С./

**Программа утверждена на заседании кафедры "Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств"** «___» _____ 2021 г., протокол № ____

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /_____/

Руководитель образовательной
программы /_____ /

*Приложение 1 к рабочей программе*

**Структура и содержание дисциплины «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (уровень специалитета)**
**Профиль подготовки «Автоматизированное производство химических предприятий»**

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| *Семестр 7* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | **Технология ЭНМ.** Технология инициирующих взрывчатых веществ (ИВВ). Азид свинца, основные свойства, исходные компоненты и технологии его получения. | 7 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Гремучая ртуть, Основные свойства, исходные компоненты и технология ее получения. Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), основные свойства, исходные компоненты и технологии его получения. Утилизация отходов производства ИВВ. | 7 | 2 | 2 | | 4 | + | | | | | | | | |
| 1.3 | Основы производства бризантных взрывчатых веществ (БВВ). Общая характеристика БВВ. Непрерывные и периодические процессы. | 7 | 3 | 2 | 4 | | | | | | | | | | |
| 1.4 | Тринитротолуол (ТНТ) и технология его производства. Основные свойства и | 7 | 4 | 2 | | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | области применения ТНТ. Исходные компоненты и их свойства. Перспективы совершенствования производства ТНТ. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Гексоген и технология его производства. Основные свойства и области применения гексогена. Охрана труда и техника безопасности в производстве гексогена. Октоген и технология его производства. Основные свойства и области применения октогена. Охрана труда и техника безопасности в производстве октогена. | 7 | 5 | 2 | | 4 | | | | | | | | | |
| 1.6 | Тринитропентаэритрит (ТЭН) и технология его производства. Основные свойства и области применения ТЭНа. Нитроцеллюлоза (НЦ) и технология ее производства. Охрана труда и техника безопасности в производстве НЦ. | 7 | 6 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.7 | Нитроглицерин (НГЦ) и технология его производства. Основные свойства и области применения НГЦ. Исходные компоненты, их свойства. Инжекторный метод получения НГЦ. Охрана труда и техника безопасности в производстве НГЦ. | 7 | 7 | 2 | | | | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| 1.8 | Коммерческие ВВ, пиротехнические составы. Технология их приготовления. Особенности техники безопасности. Перспективы развития производства вв и порохов. | 7 | 8 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.9 | Конверсия технологии производства ЭНМ. Принципы ассимиляции основных и вспомогательных цехов заводов отрасли. Конверсия технологии производств ЭНМ для получения миррой и гражданской продукции. | 7 | 9 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.10 | **Раздел 2. Особенности конструирования и расчета оборудования производства ЭНМ.** Структурные схемы производства ВВ и классификация основного технологического оборудования. Структурная схема производства ВВ, основные типы процессов и оборудования в этих производствах. | 7 | 10 | 2 | | 4 | + | | | | | | | | |
| 1.11 | Аппараты с перемешивающими устройствами для проведения процессов получения ВВ. Классификация химических аппаратов с перемешивающими устройствами, применяемых в производстве ВВ, по принципу действия, по вводу и выводу | 7 | 11 | 2 | 2 | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | компонентов, по числу фаз. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.12 | Цель и назначение процесса перемешивания в маловязких жидки средах. Механические, пневматические и струйные методы перемешивания, используемые на различных стадиях производства ВВ. | 7 | 12 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| 1.13 | Факторы, влияющие на конструкцию реактора (технологические параметры, способы и конструкции для контроля и измерения параметров в ходе химического процесса). | 7 | 13 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 1.14 | Основные конструкции механических перемешивающих устройств для оборудования, в котором проводится физические, химические, тепловые процессы или их комбинация. | 7 | 14 | 2 | | 4 | + | | | | | | | | |
| 1.15 | Практические данные по удельному расходу мощности и кратности перемешивания для основных реакторов производств ВВ. Особенности нитрационных процессов в производств ВВ. Периодические и непрерывные схемы работы нитрационных установок и смесителей | 7 | 15 | 2 | | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | для приготовления нитрующих смесей. Расчет времени пребывания и реакционных объемов нитрационных реакторов. Тепловые балансы смешения кислот, процесса нитрования. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.16 | Схема теплового расчета нитрационного реактора. Контроль процесса нитрования и специальные требования техники безопасности при работе нитрационных аппаратов | 7 | 16 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| 1.17 | Особенности конструкций нитрационных аппаратов и их расчетов. Нитрационные аппараты в производстве тротила. Нитрационные аппараты для получения гексогена, октогена, тэна, их конструктивные особенности. Нитрационные аппараты в производстве нитроглицерина. Нитрационные агрегаты в производстве нитроцеллюлозы. | 7 | 17 | 2 | | 2 | | | | | | | | | |
| 1.18 | Пути совершенствования нитрационной аппаратуры. Основные конструкции устройств аварийного опорожнения нитрационных аппаратов (аварийных клапанов) и методы их расчета. | 7 | 18 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Э | |
| ***Семестр 8*** | | | | | | | | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| 1.1 | Аппараты стабилизации, промывки и кристаллизации ВВ. Особенности аппаратурного оформления процессов стабилизации, промывки, кристаллизации в производстве ВВ. | 8 | 1 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.2 | Конструктивные особенности грануляционных аппаратов и барабанных кристаллизаторов в производстве тротила. | 8 | 2 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| 1.3 | Специальные виды оборудования в производстве нитроцеллюлозы. Сущность процессов, происходящих при измельчении нитроцеллюлозы. Аппараты для окончательной стабилизации и приготовления общий партий. Особенности их конструкций. | 8 | 3 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| 1.4 | Оборудование для отделения ВВ от кислот и промывных вод. Периодические и непрерывные методы отделения ВВ от отработанных кислот и промывных вод. | 8 | 4 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.5 | Оборудование для сушки в производстве ВВ. Основные принципы выбора типа оборудования для сушки ВВ и порохов. | 8 | 5 | 2 | 4 | | + | | | | | | | | |
| 1.6 | Оборудование для регенерации отработанных кислот в производстве ВВ и порохов. Аппарат разложения нитротел в производстве нитроэфиров. | 8 | 6 | 2 | | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | Особенности его конструкции. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | **Раздел 3. Переработка ЭНМ в изделия** Структурные схемы производства порохов и классификация основного технологического оборудования. Структурная схема производства порохов и основные виды процессов и оборудования в этих производствах. | 8 | 7 | 2 | 4 | | | | | + | | | | | |
| 1.8 | Смесители для получения порохов коллоидного типа. Сущность процессов получения порохов на основе летучего и нелетучего растворителя. Смесительные установки периодического и непрерывного действия для приготовления порохов. | 8 | 8 | 2 | | 4 | | | | | | | | | |
| 1.9 | Основные методы переработки порохов в изделия. Особенности поведения порохов в процессе их переработки в изделия гранулированием, формованием. Методы проходного формования. | 8 | 9 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 1.10 | Вальцевые установки. Основные технологические процессы переработки порохов в изделия, протекающие на вальцах при формовании Основные рабочие зоны вальцевых установок. | 8 | 10 | 2 | | 4 | | | | | | | | | |
| 1.11 | Упрощенные расчетные модели процесса вальцевания порохов и их теоретическое | 8 | 11 | 2 | 2 | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | обоснование. Метод инженерного расчета зоны загрузки (величина угла захвата, максимальный размер захватываемых частиц). | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.12 | Схема вальцевой установки, применяемой в производстве порохов, ее конструктивные особенности Основные технические характеристики вальцевой установки. Специальные требования безопасности при работе вальцевых установок для переработки порохов. | 8 | 12 | 2 | | 4 | + | | | | | | | | |
| 1.13 | Шнековые установки. Основные технологические процессы, протекающие в шнек-прессах. Упрощенные расчетные модели процесса формования порохов и их теоретическое обоснование. | 8 | 13 | 2 | | 4 | + | | | | | | | | |
| 1.14 | Метод инженерного расчета загрузочной зоны и зоны действия аутогезионных процессов (производительность, мощность). Возникновение процесса пробкообразования (срыв с рифов, падение производительность, трение, нагрев, аварийная ситуация). | 8 | 14 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 1.15 | Влияние конструктивных особенностей загрузочного устройства, корпуса, шнек-винта, коэффициента подачи, размера и | 8 | 15 | 2 | | | + | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | формы частиц материала на производительность загрузочной и переходной зоны. Процесс уплотнения частиц материала в винтовом канале шнек-пресса. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.16 | Принцип расчета зоны формования. Упрощенные гидродинамические модели течения массы в винтовом канале шнек-пресса. Взаимодействие шнек-пресса и формующего пресс-инструмента. Пути управления производительностью шнек-пресса с учетом допустимых напряжений сдвига. | 8 | 16 | 2 | | 2 | + | | | | | | | | |
| 1.17 | Схема установки формующего пресс-инструмента шнек-пресса, применяемого в производства порохов. Конструктивные особенности шнеков установок Специальные требования техники безопасности при работе шнековых установок. | 8 | 17 | 2 | | | + | | | | | | | | |
| 1.18 | Пути совершенствования конструкции и автоматизации шнековых установок для переработки и формования порохов. Сушильные установки. Основные конструкции установок для подогрева и сушки в производстве порохов и их особенности. | 9 | 18 | 2 | | | | | | | | | | | |

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | Специальные виды оборудования в производстве порохов. Установки для мешки в производстве порохов. Специальные требования техники безопасности в производстве порохов. | | | | | | | | | | | | | | |
| | ***Форма аттестации*** | | 19-21 | | | | | | | | | | | **Э** | |
| | Всего часов по дисциплине | | | 72 | 36 | 36 | 144 | | | КП | | | | | |

*Приложение 2 к*
*рабочей программе*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

*Направление подготовки: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)»*
*Специализация: «Автоматизированное производство химических предприятий»*
*Форма обучения: очная*
*Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)*

*Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»*

# *ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ*

# *ПО ДИСЦИПЛИНЕ*

## *Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий*

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
*Экзаменационные билеты*

***Составитель:***

***Силин В.С.***

*Москва, 2021 г*

Таблица 1

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Дисциплина «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО 18.05.01 – «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)» | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции | | | | | |
| Компетенции | | Перечень компонентов | Технология формирования компетенции | Форма оценочного средства | Степени уровней освоения компетенции |
| Индекс | Формулировка | | | | |
| **ПСК-5.2** | - способность использовать технические средства автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. | **знать:** правила составления заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента. **уметь:** разрабатывать мероприятия по снижению аварийности, травматизма и заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов с целью вывода людей из зон с опасными и вредными условиями труда, по охране окружающей среды; **владеть:** приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов. | лекции, самостоятельная работа | УО | **Базовый уровень:** Обладает способностями использовать полученные знания в проектировании технологических процессов, оснастки, инструмента. **Повышенный уровень:** Обладает способностями самостоятельно применять полученные знания в проектировании технологических процессов. Уверенно владеет приемами эксплуатации техническими средствами автоматизации производства энергонасыщенных материалов |
| **ПСК-5.3** | владением современными методами конструирования оборудования и | **знать:** управление автоматизированными технологическими процессами производства энергонасыщенных | лекции, самостоятельная работа, семинарские | УО | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий | материалов и изделий<br>**уметь:**<br>использование технических средств автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов<br>**владеть:**<br>современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий | занятия, лабораторные работы | | **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к лабораторным работам |

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Таблица 2

***Перечень оценочных средств по дисциплине***
***«Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»***

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос, собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

## ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ
## «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»
### для самоподготовки к семинарским занятиям

1. Методы получения нитросоединений.
2. Роль серной кислоты в процессе нитрования.
3. Категорирование по степени опасности зданий, где проводятся работы с ЭНМ.
4. Техника безопасности в производстве НГЦ.
5. Технология получения пироксилиновой пороховой массы.
6. Минимальные безопасные расстояния для соседних сооружений. Формулы для расчета безопасных расстояний.
7. Стабилизация нитроцеллюлозы и ее особенности.
8. Техника безопасности в процессе производства ТНТ.
9. Техника безопасности в процессе производства нитроцеллюлозы.
10. Особенности получения порозов на летучем и нелетучем растворителе.
11. Категорирование по степени опасности зданий, где проводятся работы с огне- и взрывоопасными веществами.
12. Исходные компоненты для получения нитроцеллюлозы, их свойства и подготовка к нитрованию.
13. Особенности первой, второй и третьей стадии нитрования производства тротила.
14. Техника безопасности в процессе производства пороховых масс и переработки их в изделия.
15. Технология переработки баллиститной пороховой массы.
16. Технология получения октогена и ее особенности.
17. Технология производства нитроглицерина (инжекторный метод). Уравнение реакции.
18. Исходные компоненты для получения ТЭНа, их свойства и подготовка к нитрованию.
19. Технология получения ТЭНа, уравнение реакции.
20. Техника безопасности в процессе производства ТЭНа.
21. Подготовка и порядок ввода компонентов в процессе производства баллиститной пороховой массы.
22. Характерная структура заводов отрасли.
23. Технология получения гексогена, уравнение реакции.
24. Основы нитрования ароматических соединений.
25. Особенности нитрационных процессов.
26. Технология получения тротила, уравнение реакции, стадии нитрования.
27. Технология получения нитроцеллюлозы, уравнение реакции.
28. Технология получения баллиститной пороховой массы.
29. Исходные компоненты для получения гексогена, их свойства и подготовка к нитрованию.
30. Техника безопасности в процессе производства гексогена.
31. Исходные компоненты для получения тротила, их свойства и подготовка к нитрованию.
32. Регенерация отработанных кислот, образующихся в процессе нитрования.

## Примеры экзаменационных заданий по дисциплине «Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий»

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Институт/факультет Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра\центр «АОиАТП»
Дисциплина Технология и оборудование производств ЭНМ и изделий
Образовательная программа
Курс 4, семестр 7

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 .**

1. Методы получения нитросоединений.
2. Роль серной кислоты в процессе нитрования.

Утверждено на заседании кафедры « 26» августа 2021 г., протокол № 1 .
Зав. кафедрой (директор центра) _____ /_____/