Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2024 10:25:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология и оборудование производства пиротехнических средств

Направление подготовки/**специальность**

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Профиль/**специализация**

Автоматизированное производство химических предприятий

Квалификация

Инженер

Формы обучения

очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Профессор каф. «АОиАТП имени
профессора М.Б. Генералова»
д.т.н,  /В.Ю. Архангельский/

Согласовано:
Зав. каф. «АОиАТП имени профессора М.Б. Генералова»

к.т.н.  /А.С. Кирсанов /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Технология и оборудование производства пиротехнических средств» следует отнести следующие:

- глубокую профессиональную подготовку специалиста, обеспечивающую освоение области знаний по разработке технологических процессов и их аппаратурному оформлению для отрасли специальной технической химии занятой производством пиротехнических средств;
- освоение современных технологий изготовления пиротехнических средств с учетом прогнозируемых эффективности, свойств и экологической безопасности использования в гражданской промышленности;
- обретение знаний по основным процессам и оборудованию технологии пиротехнического производства.

К основным задачам освоения дисциплины «Технология и оборудование производства пиротехнических средств» следует отнести:

– обретение знаний о современной концепции развития пиротехнической подотрасли, ее технической оснащенности, действующих и вновь создаваемых технологиях изготовления пиротехнических средств, используемых для этих целей промышленного оборудования,

– формирование видения перспектив и коньюнктуры развития производства пиротехнических средств для нужд народного хозяйства с учетом современных требований.

Обучение по дисциплине «Технология и оборудование производства пиротехнических средств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен использовать технические средства автоматизации и механизации процессов производства энергонасыщенных материалов	ИПК-2.1 Знать вопросы теории и практики в области проектирования химических предприятий, технологических процессов и оборудования; основные стандартные пакеты автоматизированного проектирования отдельных стадий и всего процесса в целом. ИПК-2.2 Уметь применять на практике методы разработки и расчета энерго- и ресурсосберегающих машин и аппаратов. ИПК-2.3 Владеть вопросами применения перспективных технологий защиты окружающей среды и методов проведения экологического прогнозирования; основными стандартными пакетами автоматизированного проектирования отдельных стадий и всего процесса в целом.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология и оборудование производства пиротехнических средств» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в модуль Б.1.2.7.9 "Технология и оборудование производств энергонасыщенных

материалов и изделий" образовательной программы подготовки специалистов по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализация «Автоматизированное производство химических предприятий».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Технология и оборудование производства пиротехнических средств» составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			9
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**		
	В том числе:	**54**	
2.1	Самостоятельная работа	54	54
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1 Общие свойства пиротехнических составов и их компонентов.		2	4			6
2	Раздел 2. Особенности пиротехнического производства. Критерии технологичности пиротехнических составов.		2	4			6
3	Раздел 3. Подготовка компонентов пиротехнических составов		2	4			6
4	Раздел 4. Приготовление пиротехни-		2	4			6

	ческих составов						
5	Раздел 5. Формование пиротехнических изделий		2	4			6
6	Раздел 6. Сборочное производство пиротехнических изделий		2	4			6
7	Раздел 7 Организация пиротехнического производства.		2	4			6
8	Раздел 8 Утилизация пиротехнических изделий		2	4			6
9	Раздел 9 Охрана труда и техника безопасности в пиротехническом производстве		2	4			6
Итого		**108**	**18**	**36**			**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие свойства пиротехнических составов и их компонентов.

Пиротехнический состав, как гетерогенная энергонасыщенная система. Эксплуатационные требования к пиротехническим составам. Окислители, горючие, связующие и другие компоненты пиротехнических составов. Горение пиротехнических составов. Теплота горения. Чувствительность пиротехнических составов к тепловому импульсу, электрической искре, механическим воздействиям. Взрывчатые свойства. Физическая и химическая стойкость пиротехнических составов. Классификация пиротехнических составов по назначению, основные виды пиротехнических составов и их применение.

Раздел 2. Особенности пиротехнического производства. Критерии технологичности пиротехнических составов.

Типовая технологическая схема пиротехнического производства. Основные физико-механические свойства пиротехнических составов: насыпная плотность, виброуплотнение, угол внутреннего и внешнего трения, вязкость литьевых смесей, гранулометрический состав, зависимость плотности от среднего напряжения. Методы контроля физико-механических свойств и приборы: ситовый анализ, ПСХ, измерение трения и трибометры, вязкозиметры, кривая прессования, слеживаемость, прессуемость, уплотняемость и формуемость.

Раздел 3. Подготовка компонентов пиротехнических составов.

Технологическая схема подготовки компонентов. Подготовка окислителей: дробление измельчение, сушка, расфасовка. Подготовка горючих: вскрытие тары, контрольный просев, расфасовка. Подготовка растворов связующих в легколетучих растворителях: измельчение органических связующих, приготовление растворов. Оборудование для подготовки компонентов: дробилки, мельницы, мазетеры, сушилки ленточные, вакуумные, сушильные шкафы, вибрационные сита, реакторы и др.

Раздел 4. Приготовление пиротехнических составов.

Процессы смешивания сыпучих и вязких пиротехнических составов. Оборудование для смешивания: дозаторы, смесители периодического и непрерывного действия. Процессы и методы гранулирования. Грануляторы пиротехнических составов. Процессы сушки. Особенности процесса сушки пиротехнических составов. Оборудование для сушки для различных видов пиротехнических составов.

Раздел 5. Формование пиротехнических изделий

Методы формования пиротехнических составов. Формование вязких и литьевых составов в оболочку: свободное литье, литье под давлением. Оборудования для снаряжения изделий литьевыми методами. Формование твердофазных пиротехнических составов. Формование в замкнутой матрице. Вибрационное прессование. Гидростатическое

прессование. Проходное прессование. Оборудование для прессования твердофазных пиротехнических составов: гидравлические, механические, пневматические прессы, гидростат, прессы для проходного прессования. Беспрессовые методы и оборудование для формования пиротехнических элементов. Автоматизация технологических процессов формования пиротехнических составов на основе прессового оборудования.

Раздел 6. Сборочное производство пиротехнических изделий.

Особенности сборочных процессов пиротехнических изделий. Принципы сборки пиротехнических изделий. Поточно-механизированное производство. Автоматизация сборочных процессов. Автоматические роторные линии сборки пиротехнических изделий. Автоматизированные сборочные линии на основе трехосных манипуляторов. Промышленные роботы в сборочном производстве пиротехнических изделий. Примеры использования робототехнических систем и манипуляторов в пиротехнических производствах.

Раздел 7. Организация пиротехнического производства.

Типовая схема производства пиротехнических изделий. Основные производственные мастерские. Расчет такта потока и количества рабочих мест. Межоперационные передающие устройства.

Раздел 8 Утилизация пиротехнических изделий

Основные направления утилизации пиротехнических изделий. Утилизация боеприпасов. Обезвреживание продуктов сгорания. Автоматизация процессов утилизации пиротехнических изделий.

Раздел 9 Охрана труда и техника безопасности в пиротехническом производстве.

Требования к комплектности технической документации. Требования к персоналу пиротехнического производства. Автоматические и подручные средства пожаротушения. Общие требования к оборудованию. Правила техники безопасности на различных фазах пиротехнического производства.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Окислители первого и второго рода и их свойства. Гигроскопичность и растворимость окислителей-солей. Технические требования к окислителям. Требования к горючим. Теплота образования оксидов. Физико-химические свойства горючих и их оксидов. Методы получения порошков металлов. Органические горючие. Свойства нефтепродуктов. Требования к связующим. Краткая характеристика основных связующих. Зависимость прочности таблеток от количества связующего. Специальные добавки. Соли, окрашивающие пламя. Расчет теплоты горения пиротехнических составов. Расчет температуры горения пиротехнического состава.
2. Технологичность пиротехнических составов. Показатели уплотняемости, формуемости, изотропности. Определение коэффициента бокового давления и внешнего трения. Показатели текучести составов. Чувствительность к механическим воздействиям. PVS – характеристики. Стандартные методы определения технологичности пиротехнических составов. Недостатки существующих стандартных методов.
3. Входной контроль компонентов. Подготовка горючих материалов: металлических порошков (алюминия, магния, циркония, титана, алюминиево-магниевого сплава), органических горючих (нитрогуанидин, нафталин, аценафтен, дифенил, антрацен и другие органические высокомолекулярные соединения). Механизированная линия вскрытия и разгрузки банок с металлическими порошками. Подготовка окислителей. Входной контроль содержания основного материала, примесей и влаги, предварительное измельчение, сушка, окончательное измельчение, классификация, усреднение. Подготовка растворов связующих и технологических добавок. Подготовка лаков.

4. Процессы смешивания твердофазных пиротехнических составов. Кинетика процесса смешивания. Методы оценки качества смешивания. Смешивание жидких компонентов (смолы, каучуки, пластификаторы, растворители и др.). Суспензирование твердых веществ в жидкости. Приготовление пиротехнических составов на жидко-вязкой основе. Смешивание низковязких полимеров, растворов полимеров, эмульсий, суспензий. Смесители для приготовления твердофазных пиротехнических составов. Расчет смесительного оборудования. Факторы, определяющие величину мощности привода лопастных смесителей. Определение основных параметров смесителя. Гранулирование порошкообразных материалов и составов.
5. Основные операции процесса прессования пиротехнических составов в замкнутой матрице. Дозирование. Уплотнение. Извлечение изделия из матрицы. Пластическое течение пиротехнических составов в дозирующих устройствах. Реологические свойства пиротехнических составов при дозировании. Основные закономерности уплотнения твердофазных пиротехнических составов. Механизм компактирования сыпучих материалов давлением. Физико-механические и реологические свойства твердофазных пиротехнических составов при уплотнении давлением. Расчет давления прессования и плотности изделия при прессовании в замкнутой матрице. Распределение напряжений и плотности в объеме шашки при прессовании. Процесс извлечения прессовки из матрицы. Внутренние остаточные напряжения в прессованных изделиях.
6. Особенности производства пиротехнических изделий на поточно-механизированных и автоматических линиях. Автоматизированные линии изготовления и сборки изделий. Автоматическая линия изготовления пиронагревателей” – ЛП – 2. Линия изготовления и сборки малогабаритных пиротехнических изделий. Автоматическая роторно-цепная линия монтажа стакана для 30 мм сигнальной ракеты ЛМС-30Д. Автоматическая линии сборки дымового элемента. Робототехнический комплекс производства бенгальских свечей.
7. Мастерская подготовки компонентов. Расчет установки для измельчения компонентов оборудования. Расчет количества единиц оборудования. Мастерская приготовления составов. Мастерская прессования изделий. Мастерская сборки изделий. Расчет такта потока и количества рабочих мест.
8. Проблемы утилизации пиротехнических изделий. Способы утилизации пиротехнических изделий. Демонтаж пиротехнических изделий. Измельчение пожаровзрывоопасных материалов. Вторичное использование пиротехнических составов и изделий. Утилизация методом сжигания. Очистка от продуктов сгорания в ротоклоне. Технологическая схема установки для сжигания наполнителей.
9. Автоматические системы пожарной зашиты пиротехнического производства (АПЗ-ПС). Требования к отоплению взрыво- и пожароопасных производственных помещений. Требования к электрооборудованию освещению, связи и сигнализации. Требования к подготовке рабочего места перед началом работы. Правила техники безопасности на фазе приготовления составов. Техника безопасности при формовании изделий. Техника безопасности на фазе сборки изделий. Техника безопасности при испытании изделий. Требования по защите от статического электричества. Техника безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями. Техника безопасности при транспортных операциях.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. СТО 07514305-2.2.2-2005 СОСТАВЫ ПИРОТЕХНИЧЕСКИЕ ФЕЙЕРВЕРОЧНЫЕ Общие технические условия
2. СТО 07514305-2.2.1-2005 СОСТАВЫ ИНЕРТНЫЕ Технические условия

4.2 Основная литература

1. Шидловский А.А. Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1973. – 320 с.
2. Чулков В.П., Архангельский В.Ю., Вареных Ф.Х., Джангирян В.Г. Основные процессы и аппараты пиротехнической технологии. – Сергиев Посад: «Издательство «Весь Сергиев Посад», 2009. – 528 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Горовой В.Р., Бильдюкевич Н.А., Чулков В.П. Производство пиротехнических составов и средств. – М.: Машиностроение, 1982 – 296 с.
2. Генералов М.Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 397 с.
3. Чичев А.Н. Автоматизированное оборудование для транспортирования, складирования и грузопереработки энергонасыщенных конденсированных систем.- М.: МГУИЭ, 2000-181с.
4. Коновалов В.И., Чулков В.П., Жаров А.П. Оборудование и технология пиротехнических производств. - М.: ЦНИИНТИ, 1975, 210 с.
5. Тиньков О.В. Техника автоматизированного производства энергонасыщенных материалов и изделий: Учебное пособие – М.: МГУИЭ, 2004 – 442 с.
6. Вареных Н.М., Архангельский В.Ю., Подсобляев В.А., Плюхов А.Д., Шибанов С.В.. Комплексная автоматизация технологических процессов в пиротехническом производстве – Сергиев Посад: АО «ФНПЦ «НИИ прикладной химии», 2022 – 91 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. www.gost.ru,
2. http://www.gosnadzor.ru/

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.gost.ru
2. Консультант Плюс URL: https://www.consultant.ru/
3. Информационная сеть «Техэксперт» URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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 производства пиротехнических средств» 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 и самостоятельных 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.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

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

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ.
- подготовка и выполнение тестирования 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 начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их 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. Настроение нужно создавать самому. 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.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Технология и оборудование производства пиротехнических средств»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельная работа	Представить одну самостоятельную работу по выбранной тематике с оценкой преподавателя «зачтено».

7.2 Оценочные средства

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельной работы

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все требования к написанию и защите самостоятельной работы: обозначена проблема, сделан краткий анализ различных точек зрения, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению.
Не зачтено	Имеются существенные отступления от требований к работе. Тема не раскрыта.

7.2.2. 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).

Показатель	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
знать: приемы разработки программ, методик	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует основные	Обучающийся демонстрирует минимально	Обучающийся демонстрирует полное

технических средств для проведения исследований свойств существующих новых энергонасыщенных материалов и изделий;	ет полное соответствие следующих знаний: приемы разработки программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;	знания, имеются неточности в изложении материала: приемы разработки программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;	необходимые знания: приемы разработки программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;	отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: приемы разработки программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий;
уметь: участвовать в исследовательски но-конструкторс (далее - НИОК ленных на совер ние получения и вания энергон материалов и изучение их свой	Обучающий ся демонстриру ет полное соответствие следующих умений: участвовать в научно-исследовате льских и опытно-конструктор ских работах (далее - НИОКР), направленн ых на совершенств ование получения и использован ия энергонасы щенных материалов и изделий и изучение их свойств;	Обучающийся демонстрируе т основные умения: участвовать в научно-исследователь ских и опытно-конструкторс ких работах (далее - НИОКР), направленных на совершенство вание получения и использовани я энергонасыще нных материалов и изделий и изучение их свойств;	Обучающийся демонстрирует минимально необходимые умения: участвовать в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: участвовать в научно-исследовательски х и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствован ие получения и использования энергонасыщенн ых материалов и изделий и изучение их свойств;

владеть: навыками обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности	Обучающийся в полном объеме владеет навыками обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности	Обучающийся владеет основными навыками обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности	Обучающийся владеет минимально необходимыми навыками обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Темы самостоятельных работ по дисциплине «Технология и оборудование производства пиротехнических средств»:

1. Методы определения чувствительности пиротехнических составов к механическим воздействиям.
2. Стабильность и химическая стойкость пиротехнических составов. .
3. Производство газогенерирующих азотосодержащих пиротехнических составов.
4. Приготовление пиротехнических составов на жидко-вязкой основе методом акустического резонанса.
5. Перспективы применения метода сверхкритических флюидных технологий на основе диоксида углерода для смешивания пиротехнических составов.
6. Влияние скорости прессования твердофазных пиротехнических составов на качество изделий.
7. Применение триподов для автоматизации сборочных процессов в пиротехнике.
8. Утилизация пиротехнических изделий методом демонтажа.
9. Проблемы комплексной автоматизации современного пиротехнического производства.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену «Технология и оборудование производства пиротехнических средств»:

1. Методы оценки дисперсности. Прибор ситового анализа. Микроскопический метод оценки дисперсности. Определение дисперсности на приборе ПСХ. Метод детектирования частиц, находящихся во взвешенном состоянии в виде суспензии или эмульсии в электролите. Метод седиментации.
2. Общие сведения о пиротехнических составах. Характеристики процесса горения пиротехнических составов.
3. Окислители. Соли, пероксиды, ВВ, окислители второго рода. Свойства окислителей. Гигроскопичность. Требования к окислителям.
4. Горючие. Неорганические: металлы и неметаллы, органические. Технические требования к горючим.
5. Производство порошков металлов. Получение порошков металлов методом распыления расплава. Размол пудр и порошков хрупких сплавов. Натриетермическое восстановление хлоридов титана. Получение циркония электролизом.
6. Неорганические горючие средней калорийности.
7. Органические горючие. Цементирующие вещества (связующие).
8. Типовой технологический процесс приготовления ПС.
9. Чувствительность к тепловым воздействиям. Чувствительность к удару. Чувствительность к трению.
10. Классификация пиротехнических составов. Осветительные и фотоосветительные пиротехнические составы.
11. Классификация цветопламенных ПС. Сигнальные пиротехнические составы. Трассирующие составы. Фейерверочные составы. Составы бенгальских огней. Дымовые (маскирующие) составы.
12. Пиротехнические средства специального назначения. Изделия гражданского назначения.
13. Область применения и особенности робототехники в сборочных производствах пиротехнических изделий.
14. Критерии технологичности для оценки сыпучих пиротехнических составов.
15. Формула для определения потребляемой мощности щековой дробилки.
16. Гранулирование ЭНС. Определение и основные методы получения гранулированного продукта.
17. Эквивалентные диаметры сыпучих материалов.
18. Определение оптимального числа качаний щеки дробилки.
19. Описание методов грануляции и сущности процессов.
20. Понятие и способ определения насыпной плотности порошка.
21. Формула для определения производительности валковой дробилки.
22. Оборудование для получения гранул методом окатки.
23. Текучесть порошка, формула определения.
24. Схема молотковой дробилки. Принцип действия.
25. Оценка содержания ключевого компонента в смеси.
26. Гранулометрический состав. Метод определения.
27. Определение «живой» силы молотка дробилки.
28. Гранулятор с псевдоожиженным слоем.
29. Угол естественного откоса сыпучего материала. Схема прибора.
30. Производительность молотковой дробилки. Привести формулу.
31. Тарельчатый гранулятор. Механизм образования многослойных гранул.
32. Слёживаемость пиротехнических материалов. Метод определения.
33. Формула для определения мощности молотковой дробилки.

34. Гранулятор барабанного типа. Привести схему.
35. Удельная поверхность частиц. Формула определения.
36. Назначение валковых дробилок.
37. Устройство и назначение вибрационного гранулятора.
38. Определение коэффициента сферичности частиц.
39. Факторы, влияющие на производительность валковой дробилки.
40. Гранулирование пиротехнических материалов. Гранулятор ПВГ-1.
41. Истинная и приведённая пористость сыпучего материала.
42. Принцип действия зубчатых дробилок. Привести схему.
43. Определение разрушающей скорости движения тела в дезинтеграторе в момент удара.
44. Способы измельчения материалов. Привести схемы.
45. Схема вакуум – сушильного аппарата.
46. Обобщенная зависимость определения мощности привода лопастного смесителя.
47. Формула кратности измельчения.
48. Конструкция планетарных смесителей с вертикально расположенными лопастями.
49. Определение оптимальных размеров лопастей.
50. Стадии дробления материала.
51. Формула определения оценки точности дозирования.
52. Конструкция смесителей с горизонтальными лопастями.
53. Стадии измельчения материала.
54. 41. Формула для определения частоты вращения ротора дисмембратора.
55. Бипланетарные смесители. Схема аппарата.
56. Уравнение определения затрат энергии на однократное разрушение
57. (теория Ребиндера).
58. Газоструйные мельницы. Назначение и принцип действия.
59. Оценка качества приготовляемой смеси.
60. Определение суммарной энергии многократного разрушения тела.
61. Основные конструкции питателей сыпучих материалов.
62. Особенности смесителей для приготовления высокочувствительных составов.
63. Основные конструкции объемных дозирующих устройств.
64. Основные конструкции весовых дозаторов.
65. Основные закономерности уплотнения твердофазных пиротехнических составов.
66. Физико-механические и реологические свойства твердофазных пиротехнических составов при уплотнении давлением.
67. Расчет давления прессования и плотности изделия при прессовании в замкнутой матрице.
68. Распределение напряжений и плотности в объеме шашки при прессовании.
69. Процесс извлечения прессовки из матрицы.
70. Гидростатическое прессование. Проходное прессование.
71. Оборудование для прессования твердофазных пиротехнических составов: гидравлические, механические, пневматические прессы, гидростат, прессы для проходного прессования.
72. Беспрессовые методы и оборудование для формования пиротехнических элементов.
73. Автоматизация сборочных процессов.
74. Автоматические роторные линии сборки пиротехнических изделий.
75. Автоматизированные сборочные линии на основе трехосных манипуляторов.

76. Промышленные роботы в сборочном производстве пиротехнических изделий.
77. Основные производственные мастерские. Расчет такта потока и количества рабочих мест.
78. Автоматизация процессов утилизации пиротехнических изделий.
79. Автоматические и подручные средства пожаротушения в пиротехническом производстве.