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 автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

декан факультета
химической технологии и биотехнологии

_____ / Белуков С.В. /

«_30_» _____августа_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии»

Направление подготовки
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Образовательная программа
«**Автоматизированное производство химических предприятий**»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» следует отнести:

– формирование у специалиста методологии комплексного решения инженерных задач;

– подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по специальности, в том числе выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.

В ходе лекционных и лабораторных занятий полученные теоретические знания углубляются и закрепляются на конкретных практических примерах по безопасности жизнедеятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» следует отнести:

– владение современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» (Б.1.1.33) относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б.1.1) основной образовательной программы специалитета.

«Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б.1):

– Конструирование и расчет элементов оборудования;

– Техника автоматизированного производства ЭНМ.

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-5.3	владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	**знать:** • выполнение проектно-инженерных расчетов при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий; **уметь:** • разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; **владеть:** • составлением заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента;

4. Структура и содержание дисциплины.

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

На четвертом курсе в **восьмом** семестре выделяется **4** зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

На пятом курсе в **девятом** семестре выделяется **4** зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов). Разделы дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» изучаются на четвертом и пятом курсах:

восьмой семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные, семинарские и практические занятия – 2 часа в неделю (36 часа), форма контроля – зачет.

Девятый семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные, семинарские и практические занятия – 1 час в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

Восьмой семестр

Введение.

Цель и задачи курса, его содержание и объём.

Способы получения изделий. Подготовка оболочек к заполнению и окончательная отделка изделия.

Классификация продуктов по агрегатному состоянию в процессе формования изделий. Характеристика способов формования. Основные требования к готовым изделиям.

Теоретические основы процесса получения изделий методом прессования.

Представление о физико-механических явлениях, сопровождающих процесс прессования порошковых тел. Понятие о консолидации порошкового тала и виды связей при компактировании дискретных пористых тел. Понятие о сплошности среды. Физические (реологические) уравнения порошковых материалов при прессовании. Физические характеристики материалов: модуль сдвига, модуль сжатия, коэффициент бокового давления, коэффициент поперечной деформации. Влияние сил внешнего трения при прессовании порошковых материалов. Коэффициент внешнего трения. Выводы уравнения распределения напряжений по высоте изделия на основе гипотезы «плоских сечений» для цилиндрических и прямоугольных изделий. Понятие об объемном распределении напряжений в изделиях при прессовании. Уплотнение порошкового материала при выдержке при постоянном давлении. Вывод уравнения объемной ползучести.

Упругое последействие в прессовке. Усилие выталкивания готового изделия из матрицы.

Вывод уравнения прессования, устанавливающего зависимость между плотностью и удельным давлением прессования. Работа прессования. Инвариантное представление изменения плотности от давления прессования. Распределение плотности по объёму прессовки (качественное представление).

Механические свойства прессованных изделий. Предел прочности прессовок на сжатие, растяжение, сдвиг и кручение. Анизотропия механических свойств прессовок.

Теоретические основы процесса заполнения изделий методом порционного прессования.

Характеристика способа и область применения. Влияние сил внутреннего и внешнего трения при порционном прессовании. Вывод уравнения распределения напряжений в поперечном сечении изделия. Понятие о предельном состоянии порошкового материала при прессовании. Параметры предельного состояния:

коэффициент внутреннего трения; коэффициент межчастичного сцепления. Определение производительности прессов порционного прессования.

Вывод уравнения распределения плотности в поперечном сечении изделия.

Теоретические основы процесса формования изделий методом шнекования.

Представление о физико-механических явлениях, сопровождающих процесс шнекования.

Теоретическое определение распределения напряжений и плотности в поперечном сечении изделия.

Определение производительности шнек-аппаратов и силовых параметров действующих на шнек. Расчет потребляемой при шнековании мощности.

Понятие о технологичности продукта при шнековании. Влияние физико-механических свойств продукта, геометрических размеров шнека и технологических режимов переработки на устойчивость процесса шнекования.

Теоретические основы процесса формования изделий из пластичных энергонасыщенных материалов.

Методы формования изделий из пластичных энергонасыщенных материалов, представление о физико-механических явлениях, сопровождающих процесс формования изделий из пластичных материалов. Влияние аутогезионных и когезионных процессов на формование изделий.

Введение в реологию вязко-текучих сред. Реологические особенности пластичных энергонасыщенных материалов.

Расчет формующих систем в производстве изделий из пластичных энергонасыщенных материалов на примере движения ньютоновской и неньютоновской жидкости в круглом и кольцевом каналах.

Реометрия. Основы метода определения реологических свойств вязких материалов.

Понятие о вязкоупругих свойствах материалов. Эффект их проявления при пластическом шнековании. расчет конической фильеры и геометрических размеров шнека. Определение режимов шнекования и изменение пористости изделия. Перспективы развития способа пластического шнекования.

Теоретические основы процессов при заполнении изделий способом заливки.

Характеристика способа заливки. Требования к качеству готового изделия, композиции, используемые при заливке.

Основные физико-механические процессы в технологии формования изделий методом заливки. Теория плавления и кристаллизации однородных веществ. Основные технологические факторы, обеспечивающие получение качественных изделий.

Особенности технологии заливки многокомпонентных составов. Теория смешения.

Процессы кристаллизации и затвердевания многокомпонентных составов.

Понятия о кусковой, вакуум-кусковой заливке. Использование вибрации при заполнении оболочек заливкой. Вопросы техники безопасности. Сравнительные технико-экономические показатели кускового и безкускового способов заполнения оболочек. Перспективы и основные направления развития метода формования изделий заливкой.

Многокомпонентные смеси и способы переработки их в изделия.

Характеристика и основные свойства составов. Основные способы подготовки компонентов и приготовление составов. Сушка, измельчение, просев компонентов. Смешение компонентов. Провялка, грануляция и сушка составов, основные способы формования изделий: прессование, шнекование, гидростатическое прессование.

Девятый семестр

Понятие об автоматизации в технологическом процессе заполнения оболочек с использованием машин-автоматов.

Механические технологические процессы и структура производства изделий из энергонасыщенных материалов (машины, машины-автоматы и автоматические линии). Фазы технологического процесса. Способы заполнения изделий: цельный, нераздельный. Примеры нераздельного заполнения оболочек (шнекование и порционное прессование); раздельное заполнение (вкладные изделия). Методы заполнения оболочек (механический, экструзионный, термический). Контроль производства, вопросы техники безопасности. Общая характеристика машин-автоматов, используемых для формования изделий из энергонасыщенных материалов.

Оборудование для прессования порошкообразных материалов.

Конструкция механических прессов-автоматов. Кинематические схемы и принципы работы кривршипно-ползунных и колено-рычажных прессов. Определение усилий, действующих в основных узлах прессов. Определение мощности, потребляемой прессами. Порядок механического расчёта прессов. Конструкция кривошипно-ползунного пресса для прессования инженерных шашек.

Конструкция гидравлических прессов (колонных, рамных, этажных). Система управления гидравлическими прессами. Привод прессов: индивидуальный и групповой, их технико-экономическое обоснование.

Механический расчёт гидравлических прессов и оснастки для прессования порошкообразных материалов.

Особенности конструкции и эксплуатации полуавтомата при прессований изделий на гидравлических прессах. Особенности конструкции оснастки для группового прессования.

Роторные пресс-автоматы. Модульные прессы.

Оборудование для формования изделий способом порционного прессования.

Кинематическая схема и принцип работы пресс-автоматов для получения изделий способом порционного прессования.

Определение усилий, действующих в основных узлах пресса. Определение мощности потребляемой прессом. Порядок механического расчета пресса и оснастки, используемой при прессовании.

Особенности конструкции и эксплуатации пресса порционного прессования. Система управления прессом. Перспективы развития метода порционного прессования и оборудования для его реализации.

Оборудование для формования изделий способами шнекования и пластического шнекования.

Кинематические схемы и принцип работы шнек-автоматов. Порядок механического расчёта шнек-аппарата. Расчёт винта на прочность и устойчивость.

Автоматизация процесса шнекования, настройка автомата при шнековании изделий, отличающихся друг от друга по диаметру.

Перспективы развития способа шнекования и оборудования для его реализации.

Оборудование для формования изделий методом пластического шнекования.

Оборудование для формования изделий способом заливки.

Обобщенная структурная схема формования изделий методом заливки. Типы дозирующего, плавительного и смесительного оборудования.

Конструкция аппаратов для плавления составов. Порядок теплового расчета плавителей. Основные типы аппаратов, используемых для предварительной кристаллизации продукта и для приготовления кусков при кусковом методе заливки. Особенности конструкции этих аппаратов.

Расчёты смесительного оборудования, применяемого при получении изделий способом заливки. Объёмные смесители, вибрационные смесители. Определение потребляемой мощности и порядок расчёта машин такого типа. Оборудование и основные узлы оснастки для реализации вакуум-кусковой заливки.

Техника безопасности, дистанционное управление и автоматизация процесса заливки.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» 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;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– 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 «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема 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:

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям:

– ответы студента на вопросы карт текущего контроля;

– подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;

– подготовка и выступление на семинарском занятии с рефератами.

Образцы тестовых заданий, варианты контрольных вопросов для проведения зачета, варианты 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-5.3	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-5.3 владением современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: выполнение проектно-инженерных расчетов при проектировани и производств энергонасыщен ных материалов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: проектных и инженерных расчетов при производстве энергонасыщенных	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: проектных и инженерных расчетов при производстве энергонасыщенных материалов и изделий. Допускаются	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: проектных и инженерных расчетов при производстве энергонасыщенных материалов и изделий, но допускаются	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: проектных и инженерных расчетов при производстве

и изделий;	материалов и изделий.	значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	энергонасыщенных материалов и изделий, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; ;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента. 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: разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологическо го регламента. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: составлением заданий на проектирование технологически х процессов, оснастки, инструмента;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет составлением заданий на проектирование технологических процессов, оснастки,	Обучающийся владеет составлением заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента в неполном объеме,	Обучающийся частично владеет составлением заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента, навыки освоены, но	Обучающийся в полном объеме владеет составлением заданий на проектирован ие технологическ

	инструмента.	допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	их процессов, оснастки, инструмента, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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 «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы).

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	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.

Не зачтено	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.

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 «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы).

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 неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть*

	материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
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 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: Учебное пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002 – 589с.
2. Технологические основы производства изделий из дисперсных материалов. М.Б. Генералов, В.Ю. Архангельский, И.И. Волков, В.Г. Джангирян, Е.Е. Казакова, О.В. Тиньков, В.П. Чулков. Сергиев Посад. Издательство «Весь Сергиев Посад», 2014. – 383 с.

б) дополнительная литература:

1. Экспериментальный анализ метода прессования порошковых материалов. Методические указания. /Сост.: О.В. Тиньков Е.Е. Казакова МГУИЭ. М., 2006. – 51 с.
2. Жигарев В.Г., Китаев Г.И Оборудование производства энергонасыщенных материалов: Учебное пособие /. – МГУИЭ, 2001. – 265 с.
3. Основные процессы и аппараты пиротехнической технологии. В.П. Чулков, В.Ю. Архангельский, Ф.Х. Вареных, В.Г. Джангирян, Сергиев Посад. «Издательство «Весь Сергиев Посад», 2009. – 528 с.
4. Тиньков О.В. Техника автоматизированного производства энергонасыщенных материалов и изделий: Учебное пособие – М.: МГУИЭ, 2004. – 442 с.
5. Кольман-Иванов Э.Э., Гусев Ю.И. Машины-автоматы и автоматические линии химических производств. – М.: Машиностроение, 2002, 496 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

www.mashin/ /vestnic_mashinostroeniya

www.himnef.ru
www.crism_prometey.ru/scince/editions

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 Б-811.3. Практические и семинарские занятия проводятся в лабораториях, в аудиториях Б-811.11, Л-4 или Л-7 с демонстрацией работы лабораторных и научно-исследовательских установок и вспомогательного оборудования, что необходимо для более наглядного изучения дисциплины «Механика твердых дисперсных сред».

Кафедра располагает лабораторным оборудованием, используемым в учебном процессе и для проведения научных исследований:

- 16 –ти позиционный роторный пресс;
- рычажный пресс-автомат;
- гидравлические прессы на 1 и 5 тонн;
- смеситель для высоковязких составов;
- вертикальная шнековая установка для заполнения длинномерных оболочек
- вертикальный и горизонтальные шнек-аппараты;
- муфельные печи;
- лабораторная диспергирующая установка ЛДУ-3МПР;
- просеивающая машина HAVER EML 200;
- просеивающая машина «Вибротехник» модель ВП-С 1220;
- стенд для определения напряжений в оболочках различной формы;
- лабораторные ножевая, конусная и шаровая мельницы;
- смеситель для сыпучих материалов «Турбула»;
- вибрационный смеситель;
- вибрационный питатель;
- шаровая мельница;
- вискозиметр A&D V-10;
- вискозиметр Хеплера;
- вискозиметр РВ-8.

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, лабораторным и семинарским (практическим) занятиям;
- выполнение контрольных заданий;
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

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. 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.

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 «Надежность технических систем» 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 зачетом или экзаменом.

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

Программу составил
К.х.н., профессор М.Г. Беренгартен

Программа дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (специализация «Автоматизированное производство химических предприятий») утверждена на заседании кафедры «АОиАТП им. профессора Генералова М.Б.»
«27» августа 2021 г., протокол № 09-20/21.

И.О. заведующего кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств им.профессора Генералова М.Б.» проф., к.х.н. /Беренгартен М.Г./

Руководитель образовательной программы, проф., д.т.н. /Кузнецова И.А./

Приложение 1 к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

По специальности: 18.05.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

ОП (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 «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

_____

_____

_____

Составители:

Казакова Е.Е.

Москва, 2021

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МЕХАНИКА ТВЕРДЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД В ПРОЦЕССАХ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ					
ФГОС ВО **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессионально-специализированные компетенции:**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ПСК-5.3	***владение*** *современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий*	**Знать:** - выполнение проектно-инженерных расчетов при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий **Уметь:** - разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента **Владеть*:*** - составлением заданий на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия, лабораторные занятия	УО, К, Т	**Базовый уровень** - - способен выполнять проектно-инженерные расчеты при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий **Повышенный уровень** - - способен выполнять проектно-инженерные расчеты при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий, составлять задания на проектирование технологических процессов, оснастки, инструмента, а также разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого качества продукции

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

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине _Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии_____

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	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
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии» по специальности
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»
(специалист) (2014 г)

Форма обучения - очная

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
	ВОСЬМОЙ СЕМЕСТР														
1	**Введение. Способы получения изделий. Подготовка оболочек к заполнению и окончательная отделка изделия.**	**8**	**1-2**	**4**	**2**	**2**	**8**								
2	**Теоретические основы процесса получения изделий методом прессования.**	**8**	**3-4**	**4**	**2**	**2**	**8**								
3	**Представление о физико-механических явлениях, сопровождающих процесс прессования порошковых тел. Понятие о консолидации порошкового тела.**	**8**	**5-6**	**4**	**2**	**2**	**8**								
4	**Теоретические основы процесса заполнения изделий методом порционного прессования**	**8**	**7-8**	**4**	**2**	**2**	**8**								
5	**Теоретические основы процесса**	**8**	**9-10**	**4**	**2**	**2**	**8**								

	формования изделий методом шнекования.														
6	**Определение производительности шнек-аппаратов и силовых параметров действующих на шнек. Расчет потребляемой при шнековании мощности.**	**8**	**11-12**	**4**	**2**	**2**	**8**								
7	**Теоретические основы процесса формования изделий из пластичных энергонасыщенных материалов.**	**8**	**13-14**	**4**	**2**	**2**	**8**								
8	**Теоретические основы процессов при заполнении изделий методом заливки**	**8**	**15-16**	**4**	**2**	**2**	**8**								
9	**Многокомпонентные смеси и способы переработки их в изделия**	**8**	**17-18**	**4**	**2**	**2**	**8**								
	Форма аттестации		**19-21**												**З**
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			**36**	**18**	**18**	**72**								
	ДЕВЯТЫЙ СЕМЕСТР														
1	**Понятие об автоматизации в технологическом процессе заполнения оболочек с использованием машин-автоматов**	**9**	**1-2**	**4**	**2**	**2**	**8**								
2	**Оборудование для прессования порошкообразных материалов**	**9**	**3-4**	**4**	**2**	**2**	**8**								
3	**Оборудование для прессования порошкообразных материалов**	**9**	**5-6**	**4**	**2**	**2**	**8**								
4	**Оборудование для формования изделий способом порционного**	**9**	**7-8**	**4**	**2**	**2**	**8**								

	прессования														
5	**Оборудование для формования изделий способом порционного прессования**	**9**	**9-10**	**4**	**2**	**2**	**8**								
6	**Оборудование для формования изделий способами шнекования и пластического шнекования**	**9**	**11-12**	**4**	**2**	**2**	**8**								
7	**Оборудование для формования изделий способами шнекования и пластического шнекования**	**9**	**13-14**	**4**	**2**	**2**	**8**								
8	**Оборудование для формования изделий способом заливки**	**9**	**15-16**	**4**	**2**	**2**	**8**								
9	**Оборудование для формования изделий способом заливки**	**9**	**17-18**	**4**	**2**	**2**	**8**								
	Форма аттестации		**19-21**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре			**36**	**18**	**18**	**72**								
	Всего часов по дисциплине в восьмом и девятом семестрах			**72**	**36**	**36**	**144**								

Приложение 4

ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ

«Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии»
для самоподготовки к зачету

1. Способы получения изделий из порошкообразных материалов прессованием.
2. Основы теории прессования порошкообразных материалов.
3. Понятие о (сплошности) сплошной среде. Изменение объёма и формы.
4. Влияние сил внешнего трения при прессовании порошкообразных материалов. Методика определения коэффициента внешнего трения.
5. Вывод теоретической зависимости распределения напряжений и плотности в уплотняемом материале по высоте цилиндрической матрицы при одностороннем прессовании.
6. Уплотнение порошкообразных материалов методом прессования. Теоретическое определение изменения плотности по высоте прессовки.
7. Уплотнение порошкообразных материалов при выдержке при постоянном давлении. Релаксация напряжений в прессовке.
8. Получение изделий методом прессования. Зависимость между давлением прессования и плотностью полученного изделия.
9. Разложение тензоров напряжений и деформаций. Среднее нормальное напряжение.
10. Инвариантная зависимость плотности порошкового материала от изотропного давления прессования (среднего нормального напряжения).
11. Характеристика способа порционного прессования и область применения.
12. Порционное прессование. Особенности порционного прессования
13. Предельное состояние порошкообразных материалов. Параметры предельного состояния: коэффициент внутреннего трения; коэффициент межчастичного сцепления.
14. Предельное состояние порошкообразных материалов при прессовании. Методика определения параметров предельного состояния.
15. Шнековый способ заполнения изделий.
16. Качественный анализ явлений при шнековании порошкообразных материалов.
17. Шнековый способ заполнения изделий. Распределение плотности в поперечном сечении изделия.
18. Шнековый способ заполнения изделий и его особенности. Определение величины давления на материал при шнековании.
19. Формование изделий методом шнекования. Теоретическое определение удельного расхода энергии.
20. Шнековый способ заполнения изделий. Определение напряжений под торцом шнека.
21. Определение мощности, потребляемой при шнековании.

22. Шнековый способ заполнения изделий. Устойчивость процесса шнекования. Коэффициент технологичности при шнековании.
23. Влияние физико-механических свойств продукта, геометрических размеров шнека и технологических режимов переработки на устойчивость процесса шнекования.
24. Методы формования изделий из пластичных составов.
25. Вакуум-экструзионный метод формования изделий.
26. Метод пластического шнекования. Определение пористости изделий.
27. Реометрия. Основные типы вискозиметров. Определение реологических свойств материалов на капилярном (втулочном) вискозиметре.
28. Кривые течения вязких жидкостей. Реологические коэффициенты.
29. Реология вязких жидкостей. Реологические особенности псевдопластичных жидкостей.
30. Понятие о вязко-упругих свойствах материалов.
31. Расчет формующих систем в производстве изделий из пластичных материалов на примере движения ньютоновской и неньютоновской жидкости в круглом и кольцевом каналах.
32. Расчет формующей фильеры и геометрических размеров шнека.
33. Теория процесса формования изделий при пластическом шнековании. Определение параметров шнековых машин.
34. Характеристика способа. Требования к готовому изделию.
35. Заполнение изделий способом заливки и варианты его реализации.
36. Основные физико-механические процессы в технологии получения изделий методом заливки.
37. Заполнение изделий методом заливки. Основные технологические фазы. Кривая отверждения тротила.
38. Основные понятия процесса кристаллизации. Теория процессов отверждения расплавов и охлаждения изделий.
39. Особенности кристаллизации расплавов, склонных к переохлаждению. Прогнозирование структуры отвержденного изделия.
40. Формование изделий методом заливки. Кривая состояния. Понятие о линейной скорости роста кристаллов. Структура изделий.
41. Теоретическое определение времени отверждения цилиндрических и сферических изделий при кристаллизации.
42. Получение изделий кусковым, вакуум-кусковым и вибрационным способами заливки. Особенности и преимущества кусковой и вакуум-кусковой заливки.
43. Расчёт времени заполнения изделий при кусковой или вакуум-кусковой заливке.
44. Вакуум-вибрационный способ наполнения изделий заливкой.
45. Расчёт времени заполнения изделий при кусковой или вакуум-кусковой заливке.
46. .Многоразовая заливка (послойный способ заливки).

Экзаменационные задания
по дисциплине «*Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии»*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Химической технологии и биотехнологии
Кафедра «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»
Дисциплина «Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии»
Направление подготовки 18.05.01 – «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Принципиальная схема прессующего механизма кривошипно-ползунного пресса, циклограмма его работы. Определение усилий, действующих в основных узлах пресса.
2. Основное оборудование производства изделий по литьевой технологии.

Утверждено на заседании кафедры 26» августа 2019 г., протокол № 1

Зав. кафедрой _____ /_____/

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ
по дисциплине
«Механика твердых дисперсных»

1. Какой из перечисленных способов получения изделий из порошкообразных материалов не может быть отнесен к прессованию:
    1. Мундштучное формование;
    2. Изостатическое уплотнение в эластичной оболочке;
    3. Вакуум-кусковая заливка;
    4. Порционное формование.

2. Соотношение между какими величинами определяет кривая прессования:
    1. Давление и плотность;
    2. Значение напряжения и высота изделия;
    3. Изменение плотности по радиусу изделия;
    4. Зависимость плотности от способа прессования.

3. Коэффициент бокового давления характеризует соотношение между:
    1. Давлением прессования и плотностью изделия;
    2. Давлением прессования и радиальным напряжением в объеме прессовки;
    3. Распределением плотности по высоте изделия и гранулометрическим составом продукта;
    4. Упругим последействием в объеме прессовки и приложенным давлением.

4. Механические свойства прессованных изделий характеризует:
    1. Гранулометрический состав;
    2. Вязкость;
    3. Предел прочности на сжатие и растяжение;
    4. Коэффициент межчастичного сцепления.

5. Устойчивость процесса шнекования характеризует:
    1. Линейная скорость роста кристаллов;
    2. Параметры предельного состояния;
    3. Коэффициент технологичности;
    4. Кривая прессования.

Ключи правильных ответов на тесты:

1) – 3; **2)** – 1; **3)** – 2; **4)** – 3; **5)** – 3.