Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:57:20
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 /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Машины и оборудование энергосберегающих производств

Направление подготовки/специальность
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/специализация
Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
доцент каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н., доцент /А.В. Зубков/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н. /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 15
5. Материально-техническое обеспечение 16
6. Методические рекомендации 16
7. Фонд оценочных средств 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Машины и оборудование энергосберегающих производств» следует отнести:

–подготовку выпускников к производственно-технологической деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, конкурентоспособных на мировом рынке;

–подготовку выпускников к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Машины и оборудование энергосберегающих производств» следует отнести:

–получение знаний по различным видам машин и аппаратов, их узлов и принципам работы для разных процессов химических производств;

– получение знаний по расчёту машин и аппаратов химических производств, и по подбору оборудования по каталогу;

– получение знаний по организационно-управленческой деятельности.

Обучение по дисциплине «Машины и оборудование энергосберегающих производств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-3. Способен реализовать мероприятия по ресурсо- и энергосбережению процессов очистки сточных вод и обработки осадка	ИПК-3.1. Знает современные технологии очистки и подходы партнерской работы участников процесса экологического сотрудничества абонентов и организаций очистки ИПК-3.2. Умеет содействовать проведению государственной политики строительства локальных очистных комплексов производства на очистные сооружения городов и населенных пунктов ИПК-3.3. Организует проведение мероприятий по использованию вторичных материалов, подготовку проектов получения биогаза, электроэнергии и

	тепловой энергии для реализации избытков на рынке

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машины и оборудование энергосберегающих производств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Машины и оборудование энергосберегающих производств» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части цикла (Б1):

– Технология конструкционных материалов;
– Основы инжиниринга отрасли;
– Теоретическая механика;
– Основы проектирования машин и механизмов отрасли;
– Процессы и оборудование подготовительных производств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
1	**Аудиторные занятия**	**144**	**72**	**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	72	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	54	27	27
1.3	Лабораторные занятия	18	9	9
2	**Самостоятельная работа**	**216**	**108**	**108**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным работам			
2.2	Обработка экспериментальных данных и подготовка к защите лабораторных работ			
2.3	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**360**	**144**	**144**

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	**Лекция 1. Введение.** Предмет и содержание дисциплины «Машины и оборудование энергосберегающих производств», его цели и задачи. Основные направления профессиональной деятельности специалиста по переработке пластмасс и степень востребованности знаний и умений по дисциплине в этой деятельности. Организационные формы изучения дисциплины.	16	4	3	1		8
2	**Лекция 2. Общие сведения о видах оборудования**. Этапы развития промышленности пластмасс и резины и соответствующего оборудования по их переработке в изделия и детали. Современные методы формования полимерных изделий. Классификация оборудования по методам формования.	16	4	3	1		8
3	**Лекция 3. Машины для литья под давлением. Общие сведения.** Принципиальная конструктивная схема рабочих органов машины, основные узлы машины и их взаимодействие.	16	4	3	1		8
4	**Лекция 4. Операции машинного цикла литьевой машины.** Назначение и типовая последовательность операций в литьевом цикле, взаимодействие узлов на каждой операции. Существо процессов в литьевой форме во время операций впрыска, выдержки	16	4	3	1		8

	под давлением и охлаждения без давления.						
5	**Лекция 5. Классификация машин по различным признакам.** Классификация по взаимному расположению узлов впрыска и смыкания, по количеству узлов впрыска, по количеству узлов смыкания, по общему конструктивному исполнению их взаимного расположения. Области эффективного использования рассматриваемых типов машин для различных категорий полимерных изделий.	16	4	3	1		8
6	**Лекция 6. Классификация машин по типам привода рабочих органов.** Машины с непосредственным гидравлическим приводом, с гидромеханическим приводом, с электромеханическим приводом. Сравнительная оценка их энергоёмкости, быстроходности, надёжности работы при различных технологических разновидностях литьевого метода.	16	4	3	1		8
7	**Лекция 7. Классификация машин по типоразмеру.** Усилие запирания формы и объём впрыска - ключевые параметры, по которым создаются типоразмерные ряды машин. Взаимосвязь ключевых параметров с геометрией изделий и их массой. Общие правила расчёта и выбора типоразмера машины, предпочтительного для конкретного изделия. Факторы, определяющие дробность типоразмерного ряда; принцип агрегатирования.	16	4	3	1		8
8	**Лекция 8. Параметры технической характеристики машины.** Параметры технической характеристики, зависимые от геометрии и материала изделия: усилие запирания формы, объём впрыска (теоретический и фактический), скорость впрыска, давление литья. Необходимость и способы регулирования этих параметров как для	16	4	3	1		8

	различных изделий, так и в течение соответствующей операции цикла литья. Характер взаимосвязи скорости впрыска и давления литья. Параметры технической характеристики, непосредственно связанные с габаритами литьевой формы и с кинематикой движения отдельных её элементов, а также со способом её монтажа на плиты машины. Правила и приёмы регулирования этих параметров. Способы монтажа литьевых форм на машину, используемое при этом универсальное и специальное подъёмнотрансортное оборудование. Параметры технической характеристики, определяющие степень технического совершенства литьевой машины. Пластикационная производительность, быстроходность (способы её оценки), энергоёмкость, газообразные выделения в атмосферу цеха, вредные для персонала или недопустимые с т.з. качества отливаемых изделий.						
9	**Лекция 9. Технологические расчёты при выборе машины и её эксплуатации.** Расчёты, устанавливающие взаимосвязь каждого параметра технической характеристики машины с соответствующим параметром (параметрами) конкретной литьевой формы. Типовые цели расчётов.	16	4	3	1		8
10	**Лекция 10. Пластикационный цилиндр литьевой машины.** Конструкция пластикационного цилиндра, силовое взаимодействие его деталей на различных стадиях цикла литья. назначение и работа обратного клапана на конце червяка, запорного клапана в сопловой части пластикационного цилиндра. Преимущества и недостатки использавания запорных клапанов различного типа.	16	4	3	1		8
11	**Лекция 11. Операция пластикации и набора дозы расплава для впрыска в форму.**	16	4	3	1		8

	Механизм перехода материала в вязкотекучее состояние в спиральном канале червяка пластикационного цилиндра (качественная картина и основы теоретического описания). Зоны различных физических состояний материала в канале. Регулируемые параметры режима работы узла впрыска при пластикации и наборе дозы расплава для последующего впрыска. Точность воспроизведения массы дозы от цикла к циклу; температурная однородность дозы. Переменность рабочей длины червяка при наборе дозы и цикличность его вращения - основные причины температурной неоднородности; правила настройки режима, минимизирующие эту неоднородность.						
12	**Лекция 12. Привод червяка узла впрыска.** Приводы червяка во вращение и осевое перемещение; варианты их компоновки. Силовое взаимодействие деталей привода на различных стадиях цикла. Режимы работы упорного подшипника червяка; методика выбора типоразмера подшипника.	16	4	3	1		8
13	**Лекция 13. Механизмы смыкания литьевой формы.** Классификация механизмов смыкания по типу привода. Преимущества и недостатки каждого из типов. Принцип действия и сравнительная оценка механизмов смыкания с одним гидроцилиндром и совмещёнными цилиндром смыкания и цилиндром запирания. Метод оценки энергоёмкости механизмов смыкания. Составляющие баланса энергозатрат на смыкание и запирание формы.	16	4	3	1		8
14	**Лекция 14. Гидравлические узлы смыкания.** Предпочтительные области использования узлов этого типа. Гидравлический узел смыкания с защёлкой; принцип действия и силовое взаимодействие деталей узла. Узел	16	4	3	1		8

	смыкания с колоннами-гидроцилиндрами; силовое взаимодействие деталей и порядок расчёта их размеров. Сравнительная оценка энергоёмкости этих узлов.						
15	**Лекция 15. Гидромеханические узлы смыкания.** Узел смыкания с двумя ветвями рычагов и двумя степенями мультипликации усилия запирания формы. Принцип действия, кинематический расчёт размеров звеньев механизма. Устройства, обеспечивающие безопасную работу узла. Силовой и прочностной расчёты гидромеханического узла, расчёт усилия гидроцилиндра привода. Оценка соответствия жёсткости механизма технологическим требованиям.	16	4	3	1		8
16	**Лекция 16. Режимы работы литьевых машин, технологические разновидности литья.** Четыре основных режима работы машин-автоматов: наладочный, ручной, полуавтоматический, автоматический, - их назначение и порядок выполнения операций цикла. Литьё вспененных и полых изделий, литьё оптических элементов, литьё с выплавляемыми пуансонами, интрузия.	16	4	3	1		8
17	**Лекция 17. Оценка технического состояния литьевой машины.** Способы оценки степени износа рабочих органов. Диагностирование состояния систем термостатирования (обогрев цилиндра, охлаждение цилиндра и рабочей жидкости гидросистемы) и смазки. Проверка настроек системы гидропривода.	16	4	3	1		8
18	**Лекция 18. Периферийное оборудование литьевых производств.** Технологическая необходимость каждого из видов оборудования, необходимость защиты окружающей среды. Смесители-дозаторы, пневмозагрузчики, термостаты-холодильники, роботы-манипуляторы,	16	4	3	1		8

	конвейеры, дробилки, грануляторы, фильтры газоочистки, ёмкости-силосы.						
	Итого	**288**	**72**	**54**			**144**

3.3 Содержание дисциплины

Лекция 1. Введение.

Предмет и содержание дисциплины «Машины и оборудование энергосберегающих производств», его цели и задачи. Основные направления профессиональной деятельности специалиста по переработке пластмасс и степень востребованности знаний и умений по дисциплине в этой деятельности. Организационные формы изучения дисциплины.

Лекция 2. Общие сведения о видах оборудования.

Этапы развития промышленности пластмасс и резины и соответствующего оборудования по их переработке в изделия и детали. Современные методы формования полимерных изделий. Классификация оборудования по методам формования.

Лекция 3. Машины для литья под давлением. Общие сведения.

Принципиальная конструктивная схема рабочих органов машины, основные узлы машины и их взаимодействие.

Лекция 4. Операции машинного цикла литьевой машины.

Назначение и типовая последовательность операций в литьевом цикле, взаимодействие узлов на каждой операции. Существо процессов в литьевой форме во время операций впрыска, выдержки под давлением и охлаждения без давления.

Лекция 5. Классификация машин по различным признакам.

Классификация по взаимному расположению узлов впрыска и смыкания, по количеству узлов впрыска, по количеству узлов смыкания, по общему конструктивному исполнению их взаимного расположения. Области эффективного использования рассматриваемых типов машин для различных категорий полимерных изделий.

Лекция 6. Классификация машин по типам привода рабочих органов.

Машины с непосредственным гидравлическим приводом, с гидромеханическим приводом, с электромеханическим приводом. Сравнительная оценка их энергоёмкости, быстроходности, надёжности работы при различных технологических разновидностях литьевого метода.

Лекция 7. Классификация машин по типоразмеру.

Усилие запирания формы и объём впрыска - ключевые параметры, по которым создаются типоразмерные ряды машин. Взаимосвязь ключевых параметров с геометрией изделий и их массой. Общие правила расчёта и выбора типоразмера машины, предпочтительного для конкретного изделия. Факторы, определяющие дробность типоразмерного ряда; принцип агрегатирования.

Лекция 8. Параметры технической характеристики машины.

Параметры технической характеристики, зависимые от геометрии и материала изделия: усилие запирания формы, объём впрыска (теоретический и фактический), скорость впрыска, давление литья. Необходимость и способы регулирования этих параметров как для различных

изделий, так и в течение соответствующей операции цикла литья. Характер взаимосвязи скорости впрыска и давления литья.

Параметры технической характеристики, непосредственно связанные с габаритами литьевой формы и с кинематикой движения отдельных её элементов, а также со способом её монтажа на плиты машины. Правила и приёмы регулирования этих параметров. Способы монтажа литьевых форм на машину, используемое при этом универсальное и специальное подъёмно-трансортное оборудование.

Параметры технической характеристики, определяющие степень технического совершенства литьевой машины. Пластикационная производительность, быстроходность (способы её оценки), энергоёмкость, газообразные выделения в атмосферу цеха, вредные для персонала или недопустимые с т.з. качества отливаемых изделий.

Лекция 9. Технологические расчёты при выборе машины и её эксплуатации.

Расчёты, устанавливающие взаимосвязь каждого параметра технической характеристики машины с соответствующим параметром (параметрами) конкретной литьевой формы. Типовые цели расчётов.

Лекция 12. Привод червяка узла впрыска.

Приводы червяка во вращение и осевое перемещение; варианты их компоновки. Силовое взаимодействие деталей привода на различных стадиях цикла. Режимы работы упорного подшипника червяка; методика выбора типоразмера подшипника.

Лекция 13. Механизмы смыкания литьевой формы.

Классификация механизмов смыкания по типу привода. Преимущества и недостатки каждого из типов. Принцип действия и сравнительная оценка механизмов смыкания с одним гидроцилиндром и совмещёнными цилиндром смыкания и цилиндром запирания. Метод оценки энергоёмкости механизмов смыкания. Составляющие баланса энергозатрат на смыкание и запирание формы.

Лекция 14. Гидравлические узлы смыкания.

Предпочтительные области использования узлов этого типа. Гидравлический узел смыкания с защёлкой; принцип действия и силовое взаимодействие деталей узла. Узел смыкания с колоннами-гидроцилиндрами; силовое взаимодействие деталей и порядок расчёта их размеров. Сравнительная оценка энергоёмкости этих узлов.

Лекция 15. Гидромеханические узлы смыкания.

Узел смыкания с двумя ветвями рычагов и двумя степенями мультипликации усилия запирания формы. Принцип действия, кинематический расчёт размеров звеньев механизма. Устройства, обеспечивающие безопасную работу узла. Силовой и прочностной расчёты гидромеханического узла, расчёт

усилия гидроцилиндра привода. Оценка соответствия жёсткости механизма технологическим требованиям.

Лекция 16. Режимы работы литьевых машин, технологические разновидности литья.

Четыре основных режима работы машин-автоматов: наладочный, ручной, полуавтоматический, автоматический, - их назначение и порядок выполнения операций цикла.

Литьё вспененных и полых изделий, литьё оптических элементов, литьё с выплавляемыми пуансонами, интрузия.

Лекция 17. Оценка технического состояния литьевой машины.

Способы оценки степени износа рабочих органов. Диагностирование состояния систем термостатирования (обогрев цилиндра, охлаждение цилиндра и рабочей жидкости гидросистемы) и смазки. Проверка настроек системы гидропривода.

Лекция 18. Периферийное оборудование литьевых производств.

Технологическая необходимость каждого из видов оборудования, необходимость защиты окружающей среды. Смесители-дозаторы, пневмозагрузчики, термостаты-холодильники, роботы-манипуляторы, конвейеры, дробилки, грануляторы, фильтры газоочистки, ёмкости-силосы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Штатное расписание ИТР предприятия по производству полимерных изделий литьём под давлением. ИТР, занятые на различных участках производства, их должностные обязанности, сумма знаний и навыков каждого из них, необходимая для успешной работы.

Тема 2. Анализ возможных методов изготовления изделий на примерах образцов с различной геометрией и из различных материалов, изготовленных различными методами.

Тема 3. Конструктивные и технологические особенности рабочих органов литьевых машин для различных классов полимерных материалов: термопластов, реактопластов, резиновых смесей.

Тема 4. Расчёт времён операций набора дозы, выдержки под давлением, выдержки на охлаждении.

Тема 5. Выбор предпочтительного типа литьевой машины для изделий, различных по массе, габаритам, конфигурации и материалу (или нескольким материалам).

Тема 6. Составляющие энергетического баланса литьевых машин с различными типами привода рабочих органов.

Тема 7. Выбор типоразмера литьевой машины при заданных размерах изделия и гнёздности литьевой формы.

Тема 8. Расчёт позиционности литьевой машины (по количеству узлов смыкания) при известных размерах и материале формуемого изделия.

Тема 9. Расчёт энергозатрат на развитие усилия запирания формы.

Тема 10. Прочностной расчёт элементов конструкции пластикационного цилиндра литьевой машины.

Тема 11. Расчёт пластикационной производительности червяка узла впрыска литьевой машины.

Тема 12. Расчёт мощности привода червяка во вращение.

Тема 13. Расчёт размеров гидроцилиндров узла впрыска.

Тема 14. Выбор типоразмера литьевой машины при заданных размерах литьевой формы.

Тема 15. Расчёт мощности обогрева пластикационного цилиндра в пусковом и стационарном режимах работы машины.

Тема 16. Расчёт размеров звеньев коленчаторычажного механизма узла смыкания.

Тема 17. Силовой расчёт коленчаторычажного механизма; определение размеров гидроцилиндра привода.

Тема 18. Прочностной расчёт элементов конструкции механизмов смыкания.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Стандартный образец-лопатка» в 4х гнездной форме. Спроектировать и рассчитать гидроцилиндр запирания машины.

2. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Стандартный образец-брусок» в 8ми гнездной форме. Спроектировать и рассчитать гидроцилиндр запирания машины.

3. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Стакан диаметром 60мм, высотой 80мм и толщиной стенки 2,5мм.» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать материальный цилиндр узла пластикации и впрыска машины.

4. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Стандартный образец-диск диаметром 100мм и толщиной 2мм.» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать материальный цилиндр узла пластикации и впрыска машины.

5. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Коробка с размерами 80х80х50мм. с толщиной стенки 2,5мм.» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность плиты узла запирания машины.

6. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Кольцо ф60 х ф30 х5мм.» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр впрыска машины.

7. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Плита 150х150х3мм.» Гнездность формы-1. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр впрыска машины

8. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Колпачок в виде усеченного конуса ф50 хф20 х70мм Толщина стенки 1,8мм» Гнездность формы-4. Спроектировать и рассчитать узел упорного подшипника машины.

9. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Стандартный образец-брусок с размерами 10х15х120мм.» Гнездность формы-3. Спроектировать и рассчитать материальный цилиндр узла пластикации и впрыска машины.

10. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Контейнер пищевой с размерами ф120х 60мм. Толщина стенки 1,8мм» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность колонны узла запирания машины.

11. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Крышка для контейнера пищевого с размерами ф120х 5мм. Толщина стенки 2мм» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность плиты узла запирания узла запирания машины.

12. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Ящик с размерами 300х150х80мм. Толщина стенки 5мм» Гнездность формы-1. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр запирания машины.

13. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Ролик с размерами ф60 х ф10 х5мм » Гнездность формы-4. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр впрыска машины.

14. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Пластина с размерами 50х30х100мм» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр запирания машины.

15. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Диск с размерами ф80 х5мм» Гнездность формы-2. Спроектировать и рассчитать на прочность плиты узла запирания машины.
16. Выбрать типоразмер литьевой машины для изготовления изделия «Преформа с размерами ф30 х110мм.Толшина стенки 2мм. » Гнездность формы-6. Спроектировать и рассчитать на прочность гидроцилиндр впрыска машины.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ (последняя редакция).
2. ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации Масштабы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.302-68*
3. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.304-81
4. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.303-68*
5. ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графичиские материалов и правила их нанесения на чертёж. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.306-68*
6. ГОСТ 2.307-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.307-68*
7. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.301-68*
8. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.051-2013

4.2 Основная литература

1. Оссвальд Т. и др., под ред. Калинчева Э.Л. Литьё пластмасс под давлением. С-Пб, Профессия, 2006г.

2. Шерышев М.А., Лясникова Н.Н. Механические расчёты оборудования для переработки пластмасс. С-Пб, Профессия, 2015 г.

4.3 Дополнительная литература

1. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. Расчёт и конструирова¬ние формующего инструмента для изготовления изделий из поли¬мерных материалов. М., Химия, 1991 г.

2. Кран Г., Фогель Д.Эх.Х 1000 примеров конструкций для литья под давлением. С-Пб, Профессия, 2015 г.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В стадии разработки.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

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

Лабораторные работы проводятся в специализированной аудитории (Ав-4108), где расположены лабораторные установки и оборудование.

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, лабораторная 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 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, лабораторные работы 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 необходимо продумать план его проведения, 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.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала 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.

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 по вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных 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, лабораторного 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, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования 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 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 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 «Машины и оборудование энергосберегающих производств»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля

Самостоятельные и контрольные работы	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1.
Лабораторные работы	Перед лабораторными работами: проверка журнала лабораторных работ на предмет подготовки к лабораторной работе, устный опрос о предмете и порядке исследования. После лабораторной работы: оформленный отчет (журнал) лабораторных работ, защита лабораторной работы с оценкой
Тестирование (промежуточное и итоговое)	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельных и контрольных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Задача правильно решена и оформлена.
Хорошо	Задача решена правильно, но допущены незначительные ошибки в расчетах.
Удовлетворительно	Имеются ошибки в расчетах, но частично задача решена.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно.

7.2.2. Шкала оценивания лабораторных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования по оформлению журнала лабораторных работ: название работы, краткая запись элементов теории, цель работы, схема установки, таблица экспериментальных и расчетных величин, графики зависимостей с нанесенными экспериментальными данными. Студент правильно отвечает на вопросы для самоконтроля, приведенные в каждой лабораторной работе. На дополнительные вопросы студент дает правильные ответы.
Хорошо	Выполнены все требования по оформлению журнала лабораторных работ, но допущены незначительные недочеты. Студент правильно отвечает на вопросы для самоконтроля. При ответах на дополнительные вопросы студент допускает незначительные ошибки или неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются недочеты в оформлении журнала лабораторных работ. Студент допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы для самоконтроля и затрудняется ответить на дополнительные вопросы.
Неудовлетворительно	Имеются существенные недочеты в оформлении журнала лабораторных работ. Студент допускает ошибки при ответах на вопросы для самоконтроля и не может ответить на дополнительные вопросы.

7.2.3. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 86% до 100%
хорошо	от 73% до 85%
удовлетворительно	от 60% до 72%
неудовлетворительно	59% и менее правильных ответов

7.2.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует знания, умения, навыки, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затрудненияпри аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Студент демонстрирует знания, в которых 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, 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Вопросы для подготовки к электронному тестированию (экзамену)

1. Быстроходность машины; установочные размеры литьевой машины.
2. Влияние переменности рабочей длины червяка-пластикатора на качество дозы расплава, подготовленной к впрыску.
3. Влияние цикличности работы пластикатора на качество дозы расплава, подготовленной к впрыску.
4. Гидравлический узел смыкания с защёлкой; принцип действия и силовое взаимодействие деталей узла.
5. Гидравлический узел смыкания с колоннами-гидроцилиндрами, принцип действия.
6. Гидравлический узел смыкания с колоннами-гидроцилиндрами; силовое взаимодействие деталей и порядок расчёта их размеров.
7. Гидромеханический узел смыкания с одной ветвью рычагов и одной степенью мультипликации усилия запирания формы.

8. Кинематический расчёт гидромеханического узла смыкания.

9. Классификационные признаки литьевых машин.

10. Классификация литьевых машин по взаимному расположению узлов впрыска и смыкания. Область применения каждого из видов.

11. Классификация литьевых машин по количеству узлов впрыска. Область применения каждого из видов.

12. Классификация литьевых машин по количеству узлов смыкания. Область применения каждого из видов.

13. Классификация литьевых машин по типоразмерному ряду.

14. Классификация литьевых машин по типу привода рабочих органов.

15. Классификация механизмов смыкания литьевых форм по типу привода. Преимущества и недостатки каждого из типов.

16. Конструкция пластикационного цилиндра литьевой машины; силовое взаимодействие его деталей на различных стадиях цикла литья; оценка степени износа.

17. Машинные регулируемые параметры «давление литья» и «скорость впрыска»; их взаимосвязь при заполнении литьевой формы и правила установки.

18. Назначение и конструкции запорного клапана в сопле пластикационного цилиндра.

19. Назначение и конструкция обратного клапана на конце червяка.

20. Назначение операции цикла литья «выдержка под давлением»; устанавливаемые и контролируемые машинные параметры режима.

21. Общая характеристика литьевых изделий из пластмасс (по габаритам, массе, материалам, назначению).

22. Операции рабочего цикла литьевой машины; их назначение, последовательность и реализация (на примере принципиальной схемы машины).

23. Перечень параметров технической характеристики литьевой машины.

24. Пластикационная производительность узла впрыска; требования к её значению.

25. Понятие давления пластикации, его технологическая необходимость и способ регулирования.

26. Понятия номинального и фактического объёма впрыска. Причины их различия.

27. Приводы червяка узла впрыска во вращение и осевое перемещение; варианты их компоновки.

28. Принцип агрегатирования узлов прыска и смыкания у литьевых машин.

29. Принцип действия и сравнительная оценка механизмов смыкания с одним гидроцилиндром и с совмещёнными цилиндром смыкания и цилиндром запирания.

30. Принцип метода литья под давлением. Особенности литья термопластов, реактопластов и резиновых смесей.

31. Принципиальная схема рабочих органов литьевой машины и их привода.

32. Расстояние между колоннами узла смыкания «в свету»; способы монтажа литьевой формы на узле смыкания.

33. Расстояние между плитами узла смыкания в сомкнутом положении; его взаимосвязь с характеристикой литьевой формы.

34. Режимы работы упорного подшипника узла впрыска; методика выбора типоразмера подшипника.

35. Силовое взаимодействие деталей привода червяка на различных стадиях цикла литья.

36. Силовой расчёт гидромеханического узла смыкания; расчёт усилия гидроцилиндра.

37. Узел смыкания с двумя ветвями рычагов и двумя ступенями мультипликации усилия запирания формы.

38. Усилие смыкания литьевой машины; его взаимосвязь с характеристикой литьевой формы.

39. Характеристики качества дозы расплава, подготовленной к впрыску в литьевую форму.

40. Четыре основных режима работы литьевых машин; разновидности автоматического режима работы; технологические разновидности метода литья.

7.3.1.2. Примеры тестовых заданий

Задание №1

1.Величина усилия запирания термопластавтомата зависит от:
а) объема изделия
б) времени охлаждения изделия
в) площади проекции изделия и гнездности формы

2. Назначение упорного подшипника узла пластикации и впрыска:
а) обеспечивает вращение шнека
б) воспринимает осевое усилие при наборе дозы и впрыске

Задание №2

1. При наборе дозы шнек термопласта:
а) совершает только вращение
б) вращается и одновременно перемещается назад
в) перемещается назад

2. Колонны термопластавтомата работают:
а) на изгиб
б) на кручение
в) на растяжение

Задание №3

1.Запорный клапан сопла термопластавтомата:
а) предотвращает утечки расплава при наборе дозы
б) предотвращает утечки расплава при наборе впрыске дозы
в) обеспечивает требуемое давление литья

2. Прочностной расчет материального цилиндра осуществляется:
а) расчетом на изгиб
б) рассчитывается как тонкостенная оболочка
в) рассчитывается как толстостенная труба

7.3.2. Промежуточная аттестация

Примеры экзаменационных билетов

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Машины и оборудование энергосберегающих производств*
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классификационные признаки литьевых машин.
2. Перечень аварийных ситуаций, приводящих к разрушению того или иного элемента конструкции пластикационного цилиндра.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Машины и оборудование энергосберегающих производств*
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Назначение и конструкция обратного клапана на конце червяка.
2. Классификация литьевых машин по количеству узлов впрыска. Область применения каждого из видов.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Машины и оборудование энергосберегающих производств***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Классификация механизмов смыкания литьевых форм по типу привода. Преимущества и недостатки каждого из типов.
2. Операции рабочего цикла литьевой машины; их назначение, последовательность и реализация (на примере принципиальной схемы машины).

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Машины и оборудование энергосберегающих производств***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Кинематический расчёт гидромеханического узла смыкания.
2. Назначение и конструкции запорного клапана в сопле пластикационного цилиндра.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /