Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.10.2023 14:37:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
/Е.В. Сафонов/
«16» 11 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»

Направление подготовки
27.03.05 «Инноватика»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Аддитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент_____ / В.Д. Илюхин/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Машины и технологии литейного производства»

доцент, к.т.н. /В.В.Солохненко/

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Аддитивные технологии» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»

доц., к.т.н. /П.А. Петров/

Содержание

..... 3
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 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов», является формирование системы знаний, умений и навыков в области литейного производства, с использованием материалов с различными свойствами. Применение их для производства обеспечивает получение высококачественных изделий различного назначения: в металлургии, машиностроении, приборостроении и электронике, ювелирном и медицинском производствах, а также при построении комбинированных процессов обработки в индивидуальном производстве и производстве малыми сериями.

Изучение курса способствует расширению научного кругозора в области технологических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6. Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	ИОПК-6.1 Способен предлагать технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности; ИОПК-6.2 Выбирает технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции; ИОПК-6.3 Способен принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.
ПК-2	Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий.	ИПК-2.1 Знает особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий ИПК-2.2 Способен использовать системы автоматизированного для подготовки производства несложных изделий методами аддитивного производства.

		ИПК-2.3 Способен выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления несложных изделий методами аддитивных производств. ИПК-2.4 Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-2.5 Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»** относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии» очной формы обучения.

Дисциплина **«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»** взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

1. Физика;
2. Математика;
3. Основы решения инженерных задач;
4. Оборудование для аддитивного производства;
5. Основы материаловедения композиционных и порошковых материалов;
6. Основы проектирования функциональных материалов в аддитивном производстве;
7. Основы R&D деятельности / Основы научных исследований;
8. Промышленные технологии и инновации.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы -72 академических часа, из них – 36 часов аудиторных занятий, в том числе: 18 часов лекций, 18 часов лабораторных работ. Выполнение семинаров и практических занятий; курсовых работ по данной дисциплине Учебным планом не предусмотрено.

Структура и содержание дисциплины «Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7 семестр
1	**Аудиторные занятия**		36
	В том числе:		
1.1	Лекции		18
1.3	Лабораторные занятия		18
2	**Самостоятельная работа**		36
	В том числе:		
2.1	Самостоятельное изучение		36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачёт
	Итого		

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	
	Тема 1. Общие принципы обработки сигналов.		2				
	Тема 2. Функциональная схема 3D принтера и ее анализ.		2				
	Тема 3. Основы электротехники		2				
	Тема 4. Основные принципы работы полупроводниковых устройств		2		2		2
	Тема 5. Силовая часть оборудования		2		2		2
	Тема 6. Электромеханическая часть оборудования		2		2		2
	Тема 7. Измерительная часть оборудования		2				
	Тема 8. Аппаратная часть оборудования		2		8		8
	Тема 9. Основы программирования микроконтроллеров		2		2		**2**
	Семинарское занятие №1: Расчет цепей постоянного тока на основе законов Кирхгофа.			2			
	Семинарское занятие №2: Расчет цепей постоянного тока методом			2			

	контурных токов и узловых потенциалов.						
	Семинарское занятие №3: Расчет цепей постоянного тока методом эквивалентного генератора			2			
	Семинарское занятие №4: Анализ характеристик транзистора, диода, стабилитрона, определение предельных значений и возможной области применения на основе технической документации			**2**			
	Защита лабораторной работы: Тема 4: Основные принципы работы полупроводниковых устройств – p-n переход, его ВАХ, диод, транзистор			2			
	Защита лабораторной работы: Тема 5: Силовая часть оборудования			2			
	Защита лабораторной работы: Тема 6: Электромеханическая часть оборудования			2			
	Защита лабораторной работы: Тема 8: Аппаратная часть оборудования			2			
	Защита лабораторной работы: Тема 9: Основы программирования микроконтроллеров			2			
	Итого	**54**	**18**	**18**	**18**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в курс.

Роль и значение литейного производства в машиностроении. История становления технической науки в литейном производстве. Область изучаемых вопросов.

Тема 2. Тепловые основы формирования отливки.

Законы теплообмена. Физические особенности тепловой системы отливка-форма. Упрощение физической и геометрической схем процесса теплообмена. Математическая модель краевой задачи теплопроводности. Математические модели для численных методов решения на ЭВМ. Математическая модель процесса затвердевания и охлаждения отливок в литейной форме. Выбор скорости затвердевания и охлаждения, для получения необходимой структуры и эксплуатационных свойств.

Тема 3. Теоретические основы литейной гидравлики и литниковые системы.

Общие положения, назначение и классификация литниковых систем. Свойства сплавов и композитов, как жидкости. Движение расплава по литниковым каналам. Влияние газопроницаемости стенок канала на характер течения металла. Теоретическое обоснование выбора соотношений сечений стояка, шлакоуловителя и питателя. Расчет литниковой системы: определение времени заполнения формы, начального расхода, местного сопротивления, сечения питателей. Моделирование и расчет литниковых систем на ЭВМ. Дефекты отливок по вине литниковой системы.

Тема 4. Процессы, происходящие в отливках во время кристаллизации и охлаждения.

Усадка отливок, свободная и затрудненная. Механизм образования усадочных раковин, расчет объема раковин. Методы получения сплошных отливок, создание равномерного и направленного затвердевания. Прибыли, их расчет и конструкция. Внутренние напряжения в

отливках. Напряжения, возникающие в момент затвердевания отливки, горячие трещины, механизм образования и методы борьбы с ними. Напряжения, возникающие в период охлаждения отливки, механизм возникновения остаточных напряжений. Холодные трещины и коробление отливок.

Тема 5. Физическое и физико-химическое взаимодействие формы и отливки.

Статическая и динамическая нагрузка, воспринимаемая формой и стержнем. Расчет подъемной силы формы и стержня. Раздутие формы и другие дефекты и меры борьбы с ними. Газовые явления в отливки и форме. Механизм образования газовых раковин и расчет газового давления.

Тема 6. Технология получения отливок в разовых песчаных формах.

Формовочные и стержневые смеси. Материалы на основе кварцевых и других огнеупорных песков; требования к пескам, их свойства. Связующие материалы для стержней глины и бентониты. Вспомогательные формовочные материалы. Их назначение. Обогащение песков. Составы смесей. Назначение компонентов смесей. Свойства смесей и методы определения этих свойств. Смеси, предназначенные для различных технологических процессов Хот-бокс-процесс, Колд-бокс процесс, ХТС, ЖСС, СО2-процесс и другие. Освежение смесей. Термины. Модельная, стержневая и опочная оснастки. Аддитивные технологии получения песчаных форм.

Тема 7. Технология получения отливок в металлических формах.

Литье в кокиль, под давлением, центробежное литье. Оборудование и материалы. Расчет технологических параметров.

Тема 8. Технология литья в керамические и гипсовые формы по выплавляемым и выжигаемым моделям.

Оборудование и материалы, расчет технологических параметров.

Тема 9. Аддитивные технологии изготовления моделей, форм.

Выбор техпроцесса. Применяемые материалы и оборудование.

Тема 10. Плавка металла, заливка и финишные операции при изготовлении отливок.

Виды и конструкции печей, заливочных устройств. Технологические параметры заливки. Технологические схемы выбивки, отделения литников и прибылей. Очистка, термическая обработка и окраска отливок.

Тема 11. PIM технологии.

Сущность технологического процесса. Применяемые материалы их характеристики. Конструкция оборудования, пресс форм.

Тема 12. Литье металлов, композитных материалов в силиконовые формы.

Применяемые способы заливки, материалы, оснастка, оборудование.

3.4 Тематика лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ

	Название лабораторной работы	Кол-во часов
1	Расчет затвердевания отливки на ЭВМ.	4
2	Расчет образования остаточных напряжений в отливке.	4
3	Изучение литейного оборудования.	6
4	Изучение свойств формовочных материалов.	4
Итого		18

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 основная литература

1.А.П.Трухов, Ю.А.Сорокин, М.Ю.Ершов, Б.П.Благонравов, А.А.Минаев, Э.Ч. Гини. Технология литейного производства. Литье в песчаные формы. Учебник, М. ACADEMA, 2005г.-324 с.

2.Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Технология литейного производства: Специальные виды литья. – М.: ACADEMA, 2005. –350 с.

9.1,-2011г.

в) Программное обеспечение и итернет-ресурс

При обучении студентов по дисциплине могут быть использованы:

1.Учебно-лабораторный практикум компьютерного проектирования технологического процесса изготовления отливок ТОТЛ 2А

2. Моделирующий пакет (СКМ ЛП) «ПолигонСофт»

4.2 Дополнительная литература

1. **дополнительная литература**

1. Сорокин Ю.А., Благонравов Б.П. Современные технологические процессы изготовления стержней в отечественной и мировой литейной практике. Учебное пособие, МГТУ «МАМИ, ус.п.л.3.6, 2007г.

2. Сорокин Ю.А. М.У. к лабораторным работам по дисциплине «Технология литейного производства.». М.У., МГТУ «МАМИ», ус.п.л. 5, -2008г

3. Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. Технологии Аддитивного производства, М.: Техносфера, 2016. – 646 с.

4. В.П. Новиков. Элементы информационного и математического обеспечения проектирования и управления литейными процессами. Учебное пособие, МГИУ, 2003г.

4. Сорокин Ю.А., Минаев А.А., Дубовский И.С., Корнеев С.Ю. Современные технологические процессы изготовления песчаных форм в отечественной и мировой литейной практике. Учебное пособие, МГТУ «МАМИ», ус.п.л. 9.1,-2011г.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1.Учебно-лабораторный практикум компьютерного проектирования технологического процесса изготовления отливок ТОТЛ 2А

2. Моделирующий пакет (СКМ ЛП) «ПолигонСофт»

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://www.youtube.com/user/Zefar91
2. https://www.youtube.com/user/tolik7772

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория кафедры «Машины и технология литейного производства» (АВ1513) оснащена мультимедийным проектором для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Компьютерный класс кафедры (АВ1511) позволяет подгруппе студентов обрабатывать результаты лабораторных работ.

При проведении лабораторных работ используется следующее оборудование и наглядные пособия:

- комплекс оборудования для литья по выплавляемым моделям;
- кокили с вертикальным, горизонтальным и комбинированными разъёмами;
-лабораторные приборы для испытания прочности образцов смеси отверждаемой в нагреваемой оснастке;
- плавильные печи САТ и ИСТ;
- индукционная плавильная печь INDUTHERN MU-400-V с вакуумной камерой;
- установка для ротационного литья.
- образцы моделей, литейных форм, стержней и художественных отливок, получаемых различными специальными методами литья.

Номер аудитории	Оборудование
АВ2010	Универсальный прибор с набором съемных приспособлений, для испытания прочностных характеристик образцов из формовочных и стержневых смесей. ПК3
АВ2010	Прибор для испытаний газопроницаемости формовочных материалов .
АВ2010	Просеивающий аппарат с набором стандартных сит для испытания формовочных песков, определения содержания глины в песке, его зернового состава и пористости, Лопастная мешалка. шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающий температуру нагрева до 110С° набор колб и мензурок, - трубка U -образная.
АВ2010	Лабораторный смеситель – катковый, Лабораторный копер и оснастка для изготовления образцов. Твердомер 071.
АВ2010	Технологическая оснастка для определения влажности, уплотняемости, Насыпной массы формовочных смесей.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При проведении лабораторных работ следует обращать особое внимание студентов на связь технологических особенностей изучаемых процессов с их выходными параметрами - возможностью получения тонкостенных отливок, отливок сложной конфигурации, точностными параметрами отливок, качеством поверхности и прочностными характеристиками получаемых отливок.

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к семинарским занятиям.

Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Следует предоставить возможность выступления с места в виде кратких сообщений по подготовленному заранее вопросу.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-6. Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	ИОПК-6.1 Способен предлагать технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности; ИОПК-6.2 Выбирает технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции; ИОПК-6.3 Способен принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.
ПК-2 Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий.	ИПК-2.1 Знает особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий ИПК-2.2 Способен использовать системы автоматизированного для подготовки производства несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-2.3 Способен выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для

	изготовления несложных изделий методами аддитивных производств. ИПК-2.4 Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-2.5 Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторные работы (ЛР).	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде оценки знаний обучающегося по теме лабораторной работы.	Вопросы по разделам дисциплины связанными с темой лабораторной работы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей

программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.4 Устный опрос собеседование,

7.5 (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 для устного опроса (собеседования).
Защиты лабораторной работы.

1. Роль и значение литейного производства в машиностроении

2. Законы теплообмена. Физические особенности тепловой системы отливка-форма.

3.Математическая модель процесса затвердевания и охлаждения отливок в литейной форме. ЛР.№1

4. Численные методы решения на ЭВМ математической модели затвердевания и охлаждения отливки в литейной форме. ЛР. №1.

5. Общие положения, назначение и классификация литниковых систем

6. Свойства сплавов и композитов, как жидкости.

7. Движение расплава по литниковым каналам. Влияние газопроницаемости стенок канала на характер течения металла.

8. Расчет литниковой системы: определение времени заполнения формы, начального расхода, местного сопротивления, сечения питателей.

9. Моделирование и расчет литниковых систем на ЭВМ.

10. Усадка отливок, свободная и затрудненная.

11. Методы получения плотных отливок, создание равномерного и направленного затвердевания.

12. Прибыли, их расчет и конструкция.

13. Напряжения, возникающие в момент затвердевания отливки, горячие трещины, механизм образования и методы борьбы с ними. . ЛР.№2.

14. Напряжения, возникающие в период охлаждения отливки, механизм возникновения остаточных напряжений. ЛР.№2.

15. Холодные трещины и коробление отливок.

16. Статическая и динамическая нагрузка, воспринимаемая формой и стержнем. Расчет подъемной силы формы и стержня.

17. Газовые явления в отливки и форме. Механизм образования газовых раковин и расчет газового давления.

18. Формовочные и стержневые смеси. Материалы на основе кварцевых и других огнеупорных песков; требования к пескам, их свойства. ЛР.№4.

19. Смеси, предназначенные для различных технологических процессов Хот-бокс-процесс, Колд-бокс процесс, ХТС, ЖСС, СО2-процесс и другие. ЛР.№4.

20. Модельная, стержневая и опочная оснастка

21. Аддитивные технологии получения песчаных форм.

22. Литье в кокиль. ЛР.№4.

23. Литьё под давлением. ЛР.№4.

24. Центробежное литье. ЛР.№4.

25. Технология литья в керамические и гипсовые формы по выплавляемым и выжигаемым моделям.

26. Виды и конструкции печей, заливочных устройств. Технологические параметры заливки.

27. Технологические схемы выбивки, отделения литников и прибылей. Очистка, термическая обработка и окраска отливок.

28.FDM-установки преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве.

29.LOM-процесс, принцип работы и устройство. Применение в литейном производстве.

30.Изготовление разовых выплавляемых, моделей на 3d принтерах, технология.

31.Изготовление разовых выжигаемых моделей на 3d принтерах, технология.

32.Изготовление разовых газифицируемых моделей на 3d принтерах, технология.

33.Применение SLA установок в литейном производстве.

34. PIM технологии. Сущность технологического процесса.

35. Материалы применяемые в PIM процессах, их характеристики.

36.Конструкция оборудования, пресс форм в PIM технологии.

37.Физико-химические свойства силиконовых форм.

39. Технология изготовления оснастки для силиконовых форм.

40. Технология изготовления формовочной массы для силиконовых форм.

41. Применяемое оборудование при литье металлов, композитных материалов в силиконовые формы.