

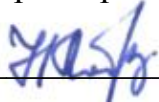
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Н.В.Лобов

« 29 » ноября 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория литейных процессов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Машины и технология литейного производства
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок в машиностроении, в частности, в литейном производстве с применением современных прикладных компьютерных программ.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- свойства металлов и сплавов в твёрдом и жидком состоянии;
- теоретические основы рафинирования и модифицирования литейных сплавов;
- закономерности заполнения литейных форм чугуном, сталью и цветными сплавами;
- тепловое взаимодействие отливки и формы;
- закономерности усадочных процессов, причины образования раковин, пористости, напряжений и трещин в отливках.

1.3. Входные требования

Предшествующие дисциплины:
"Современные проблемы науки в области машиностроения";
"Контрольно-измерительные и регулирующие приборы" или "Оборудование для подготовки материалов";
"Современные плавильные агрегаты" или "Отливки из композиционных сплавов".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт в области заготовительного производства	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт в области заготовительного производства, перспективы технического развития предприятий, методы организации технологической подготовки производства, требования рациональной организации труда.	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет выбирать оптимальные виды организации производства при освоении новой продукции.	Умеет организовывать деятельность подчиненных по решению практических задач на основе анализа ситуации и ее изменения, оценивать эффективность и качество работы подчиненных, выбирать оптимальные виды организации производства при освоении новой продукции, согласовывать вопросы технологической подготовки производства со смежными подразделениями предприятия и другими организациями.	Дифференцированный зачет
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками организации работ по снижению расхода энергии и материалов, трудоемкости изготовления продукции, мероприятий по снижению и предотвращению брака.	Владеет навыками организации работ по снижению расхода энергии и материалов, трудоемкости изготовления продукции, мероприятий по снижению и предотвращению брака, повышению технического уровня производства, руководства работами по испытанию и внедрению средств механизации и автоматизации, освоению новых высокопроизводительных технологических процессов.	Курсовой проект
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	Знает передовые отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области производства заготовок, требования, предъявляемые к исходным материалам, готовой продукции и технической документации.	Знает передовые отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области производства заготовок и средств механизации и автоматизации производственных процессов, конструктивные особенности и режимы работы оборудования, правила его эксплуатации, требования,	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			предъявляемые к исходным материалам, готовой продукции и технической документации.	
ПК-3.2	ИД-2ПК-3.2	Умеет использовать типовые технологические процессы, а также организовывать и анализировать результаты экспериментальных работ по заготовительному производству.	Умеет использовать типовые технологические процессы, стандартную оснастку и средства механизации и автоматизации, имеющееся оборудование и производственные мощности предприятия, а также организовывать и анализировать результаты экспериментальных работ по заготовительному производству.	Курсовой проект
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	Владеет навыками совершенствования технологии получения заготовок и улучшения их качества, внедрения прогрессивных базовых технологий, снижению энерго- и материалоемкости производства	Владеет навыками совершенствования технологии получения заготовок и улучшения их качества, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, проектирования и своевременного внедрения технологических систем, прогрессивных базовых технологий, высокопроизводительных ресурсо- и природосберегающих технологий, нестандартного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента, автоматизированных систем проектирования и управления оборудованием и технологическими процессами, реконструкции предприятия и рационализации использования	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			производственных мощностей, снижению энерго- и материалоемкости производства, соблюдения нормативов использования оборудования и совершенствования организации труда.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	52	52
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	144
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	9	9
Зачет		
Курсовой проект (КП)	36	36
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	216	216

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Кристаллизация сплавов	6	0	18	48
Тема 1. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы Фазовые диаграммы и фазовые переходы, газообразное состояние вещества, строение твердых тел (полиморфные превращения, дефекты кристаллического строения, строение сплавов), плавление вещества, теории плавления (дырочная теория, модель позиционного плавления, колебательная теория). Тема 2. Строение и свойства металлических расплавов. Модельные теории строения жидкостей (модель жидких сфер, модель Дж. Бернала, дырочная теория, теория сиботаксисов Стюарта, квазиполикристаллические модели, квазихимическая модель и кластерная теория), особенности строения металлических расплавов, свойства металлических расплавов (температура плавления, плотность, поверхностное натяжение, смачиваемость, вязкость, диффузия). Тема 3. Условия кристаллизации металлов и сплавов Термодинамические условия кристаллизации, образование зародышей твердой фазы, кинетика кристаллизации, механизм кристаллизации, образование дефектов кристаллического строения, новые представления о строении жидкостей и их кристаллизации. Тема 4. Формирование кристаллического строения Кристаллизация чистых металлов, кристаллизация сплавов: кристаллизация твердых растворов, концентрационное переохлаждение, кристаллизация эвтектических сплавов. Тема 5. Формирование макроструктуры отливок Основные положения современной теории кристаллизации, образование наружной резкоохлажденной и столбчатой зон, формирование центральной равноосной зоны, формирование конуса охлаждения; влияние условий кристаллизации на структуру отливок: влияние интервала кристаллизации сплава, скорости кристаллизации, перегрева, перемешивания расплава, влияние примесей. Тема 6. Управление макро- и микроструктурой сплавов Получение отливки с заданной структурой (равноосной, столбчатой), величина зерна литых сплавов, границы зерна, микроструктура литых сплавов; модифицирование сплавов: модификаторы первого и второго родов,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
специальные методы модифицирования, виды модифицирования, Тема 7. Ликвация в сплавах Дендритная ликвация, зональная ликвация (прямая, обратная, гравитационная, полосчатая), методы устранения зональной ликвации. Тема 8. Газы и неметаллические включения в сплаве Растворимость газов в расплавленных металлах, химическое взаимодействие газов с жидким металлом, выделение газов в процессе затвердевания; дефекты газового характера в стальных отливках, эндогенные и экзогенные неметаллические включения, методы устранения дефектов газового характера, рафинирование расплава. Тема 9. Кристаллизация в особых условиях Кристаллизация при высоких скоростях охлаждения; получение монокристаллических изделий, особенности кристаллизации лопаток авиационных двигателей, получение компактных нанокристаллических материалов.				
Гидравлические процессы	6	0	17	48
Тема 10. Свойства расплавленных металлов как жидкостей Представление о расплаве как о реологическом теле, структура потока, движение неметаллических частиц в потоке сплава и их задержание, охлаждение металла при разливке. Тема 11. Жидкотекучесть Жидкотекучесть: виды, методы определения; жидкотекучесть чистых металлов и сплавов, влияние свойств литейной формы на жидкотекучесть, расчет жидкотекучести, заполняемость форм. Тема 12. Проектирование и расчет литниковых систем Классификация способов заливки форм, типы литниковых систем, время заливки, заполняемость форм, расчет узкого сечения, определение размеров остальных элементов литниковой системы, методы исследования процесса течения металла.				
Тепловые, усадочные и физико-химические процессы	6	0	17	48
Тема 13. Тепловые процессы Классификация литейных форм, тепловые свойства литейных сплавов и материалов форм, строение области затвердевания, расчет затвердевания полупространства, влияние конфигурации отливки и технологических факторов на затвердевание,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
методы исследования затвердевания отливок. Тема 14. Усадочные процессы Физическая природа усадки, усадочная пористость, расчет усадочных раковин, влияние технологических факторов и состава сплава на формирование усадочных раковин; прибыли и их классификация, инженерные методы расчета прибылей, регулирование работы прибылей и организация питания; усадочные деформации, трещины, временные и остаточные напряжения. Тема 15. Усадочные процессы Физико-химические процессы на границе отливок с формой, газовый режим формы, окисление поверхности отливки в газовой атмосфере формы. Карбидообразование в поверхностном слое стальных отливок. Взаимодействие оксидов на поверхности отливки с материалами формы. Возникновение различных видов пригара. Способы повышения качества отливок. Поверхностное легирование.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	52	144
ИТОГО по дисциплине	18	0	52	144

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Характеристики строения твердого тела
2	Свойства металлических расплавов
3	Кинетика и механизм кристаллизации
4	Кристаллизация чистых металлов и сплавов
5	Формирование макроструктуры отливок
6	Управление макро- и микроструктурой сплавов
7	Ликвация в сплавах
8	Газы и неметаллические включения в сплаве
9	Кристаллизация в особых условиях
10	Поток расплавленного металла как реальная жидкость
11	Особенности литейной гидравлики
12	Жидкотекучесть
13	Определение заполняемости литейной формы и оптимального времени заливки

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
14	Расчет сечения элементов литниковой системы
15	Методы исследования процесса течения металла
16	Расчет затвердевания полупространства
17	Методы исследования затвердевания отливок
18	Расчет профиля усадочных раковин и методы расчета прибылей
19	Усадочные деформации, трещины, временные и остаточные напряжения
20	Физико-химические процессы на границе отливки с формой
21	Различные виды пригара

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Разработка методики расчета литейных процессов и ее проверка

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом. Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний. При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации: 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Цаплин А. И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, И. Л. Никулин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	37
2	Чернышов Е. А. Теоретические основы литейного производства. Теория формирования отливки : учебник для вузов / Е. А. Чернышов, А. И. Евстигнеев. - Москва: Машиностроение, 2015.	18
3	Шишляев В. Н. Кристаллизация и литейные свойства сплавов : учебное пособие / В.Н. Шишляев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	75
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Теория литейных процессов : учебник для вузов / В. Д. Белов [и др.]. - Хабаровск: РИОТИП, 2008.	4
2.2. Периодические издания		
1	Литейное производство : международный научно-технический журнал / Ассоциация литейщиков Украины; Белорусская ассоциация литейщиков; Российская ассоциация литейщиков; Союз литейщиков С.-Петербурга; Камаз-Металлургия; Московский автомобильный завод им. И. А. Лихачёва; АвтоВАЗ. - Москва: Союз-Литье, 1930 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Отливки из металлов и сплавов : Сборник государственных стандарты. - Москва: Изд-во стандартов, 2002.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Цаплин А.И., Никулин И.Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии. – Пермь: ПГТУ, 2011. – 298 с.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks152983	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk Inventor Professional 2019 Education Multi-seat Stand-alone Single-user (s/n 564-05679252)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ESI Group ProCAST (лиц.соглашение от 18.12.2009)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	ПК	10
Лекция	Маркерная доска	1
Практическое занятие	ПК	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
