Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 18:00:21
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/

«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория формирования отливки

Направление подготовки/специальность
15.04.01 «Машиностроение»

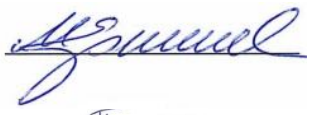
Профиль/специализация
«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Профессор, д.т.н.,  /М.Ю. Ершов/

Доцент, к.т.н.  /А.А. Пономарев/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Машины и технологии литейного производства»,

к.т.н., б.з.  /В.В. Солохненко/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3. Содержание дисциплины 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 5

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 6
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 6
   - 4.2. Основная литература 6
   - 4.3. Дополнительная литература 6
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 6
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 6
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 6
5. Материально-техническое обеспечение 7
6. Методические рекомендации 8
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 9
7. Фонд оценочных средств 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
   - 7.3. Оценочные средства 15
8. Приложение 1.
   Структура и содержание дисциплины «Теория формирования отливки» 21

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний о формировании качественных отливок, которое происходит в процессе теплового, силового и химического взаимодействия отливки и литейной формы.

Задачей дисциплины является изучение процессов, происходящих в форме иметаллевовремязаливки,затвердеванияиохлажденияотливки.Дисциплинаслужиттеорети ческойосновойдляразработкитехнологическихпроцессов,изучениекоторыхпредусмотрен овпрограммедисциплины«Теория формирования отливки».

Планируемые результаты обучения

Обучение по дисциплине «Теория формирования отливки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции** *Детализация индикаторов достижения компетенций приведена в ФОС (п.7, стр. 10).*
ПК-3 Разработка новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе.	ИПК 3.1. Знает традиционные и новые технологические процессы производства сложных изделий ответственного назначения получаемых способами литья, области их применения и технологические особенности. ИПК 3.2. Умеетприменять знания по разработке нового и внесению изменений в модернизируемый технический процесс производства промышленных объектов получаемых способами литья; ИПК 3.3. Владеет навыками по составлению и внесению изменений в техническую документацию в связи разработкой нового и корректировкой действующего технологического процесса производства промышленных объектов получаемых способами литья.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория формирования отливки» относится к БЛОКу 1, части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры.

«Теория формирования отливки» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Современные процессы литья черных и цветных сплавов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа (из них 40 часов – самостоятельная работа студентов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 1
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**32**
	В том числе:		
1.1	Лекции	16	16
1.2	Практические занятия	16	16
2	**Самостоятельная работа**	**40**	**40**
	В том числе:		
2.1	Подготовка презентации по теме Т.Ф.О.	40	40
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**72**	**72**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Тематический план изучения дисциплины представлен в приложении № 1 к данной рабочей программе дисциплин.

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1.

Тема 1.1. Формирование кристаллического макро-строения отливки.

Тема 1.2. Основные представления общей теории кристаллизации.

Тема 1.3. Характеристики кристаллического макро-строения.

Раздел 2.

Тема 2.1. Характеристики условий литья. Перегрев расплава при плавке.

Тема 2.2. Температура расплава, заливаемого в форму. Режимы плавки и заливки.

Тема 2.3. Внепечная обработка расплава.

Тема 2.4. Тепломассоперенос в отливке, неметаллической и металлической формах, заполнение литейной формы расплавом.

Раздел 3.

Тема 3.1. Конструкции литниковых систем.

явления, происходящие при заливке металла в форму.

Тема 3.2. Нагрузка на литейную форму и стержни.

Раздел 4.

Тема 4.1. Образование сухой корки в сырой форме и связанные с ней последствия.

Тема 4.2. Образование газовых раковин в отливках.

Тема 4.3. Процессы, проходящие в отливке при затвердевании и охлаждении.

Тема 4.4. Усадка сплавов и отливок и методы получения точных и плотных отливок.

Тема 4.5. Напряжения, трещины и деформации в отливках.

Раздел 5.

Тема 5.1. Формирование точности отливок.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

1. Обсуждение тем ВКР магистрантов и их взаимосвязи с дисциплиной ТФО.
2. Определение времени отвода теплоты перегрева, затвердевания и охлаждения отливки до температуры выбивки.
3. Формирование монокристаллической структуры отливки. Рассмотрение вариантов конструкции кристалоотборников

4. Обсуждение физического эксперимента по определению неравномерного распределения линейной усадки на рассматриваемом размере
5. Трещины в отливках, механизмы их возникновения и способы устранения
6. Обсуждение методики расчета литниковых систем для безопочных форм с вертикальной плоскостью разъема.(ДИСА).
7. Заслушивание докладов по теме «Современные способы литья».
8. Назначение точностных параметров. Сравнение точности размеров отливок при литье в песчано-глинистые формы в поточно-механизированном и автоматизированном производствах

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов

4.2 Основная литература

1.Чернышов, Е. А. Теоретические основы литейного производства. Теория формирования отливки : учебник / Е. А. Чернышов, А. И. Евстигнеев. — Москва : Машиностроение, 2015. — 480 с. — ISBN 978-5-94275-757-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63253

4.3 Дополнительная литература

1.Основы теории формирования отливки : учебное пособие / Т. Р. Гильманшина, В. Н. Баранов, В. Г. Бабкин, А. М. Синичкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 148 с. — ISBN 978-5-7638-2965-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64573

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В процессе изучения дисциплины возможно применение дистанционных образовательных технологий в системе LMS Мосполитеха.
Для изучения дисциплины рекомендуется использовать ЭОР: «Теория формирования отливки»
Авторы: Пономарев А.А., Ершов М.Ю.
Ссылки: (находится в разработке).

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
2	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375
	NI Multisim 10.0.	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ	Лицензионное	

		ТЕХНОЛОГИИ		

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	**Ссылка на ресурс**	**Доступность**
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://consultant.ru	Доступно
	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://www.fgosvo.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс ав1511 позволяет группе студентов выполнять трехмерное моделирование литейного куста в графической среде программы «Т- FLEX CAD» и проводить расчёты в программе: СКМ ЛП «Полигон Софт»

Учебно-лабораторный практикум компьютерного проектирования технологического процесса изготовления отливок «ТОТЛ-2А» (разработчики ЗАО Литаформ –МГТУ «МАМИ» включающий: расчет точностных параметров, допусков и припусков по ГОСТ Р 53464-2009(разработчик МГТУ «МАМИ»); литейных уклонов по ГОСТ Р 53465-2009(разработчик МГТУ «МАМИ»). Расчет дифференцированной линейной усадки отливок из чугуна и углеродистой стали, изготовленных по металлической оснастке, оценка проливаемости отверстий, минимальных толщин стенок, формирования внутренних поверхностей болванами, расчет параметров знаковых частей стержней, зазоров между знаками и формой, параметров охранных устройств в форме; расчет литниковых систем для чугунных отливок;

Моделирующий пакет «Полигон Софт», позволяющий моделировать в формате3Dпроцессы заливки куста отливок в форме, затвердевания, охлаждения отливок и определять возможные внутренние дефекты усадочного характера в проектируемой отливке.

Номер аудитории	Оборудование
ав2110	Технологическаяоснасткадляизготовлениябезопочнойформы,включающаяконическуюопоку,цилиндрическийстержень,наполнительную рамку. Печь для приготовления расплава чугуна,Al-сплава.
ав2110	Лабораторный смеситель – катковый для приготовленияформовочнойсмеси,опоки,модельнаяплитасмодельюввидеплиты,потенциометр,Хромель-алюмеливаыетермопары.
ав2110	25шт.,готовыхотливокm=0,5кг,штангенциркуль,глубиномер Разметочная плита, весы.
ав2110	Пакет прикладных программТОТЛ.
ав2110	Методика расчета груза, методика расчета литниковых систем безопочной формовки (типа DISA). Методика расчета временохлажденияотливкивформедотемпературывыбивкииохлажденияотливки после выбивки до температуры 50^0C

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки кпромежуточной аттестации(экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

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

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 студентов должна обеспечить выработку навыков самостоятельно творческого подхода к решению задач, направленных на закрепление знаний, полученных при аудиторных занятиях.

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;
- подготовка к семинарам;
- подготовка к итоговому тесту.

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.

Раздел 7 РПД –ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Теория формирования отливки»

Направление подготовки/специальность
15.04.01 «Машиностроение»
Профиль/специализация
«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»

7. Фонд оценочных средств

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируютсяследующиекомпетенцииидолжныбытьдостигнутыследующиерезультатыоб учениякакэтапформированиясоответствующихкомпетенций:

Код компетенции	В результате освоения ОП обучающийся Должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Способен разрабатывать новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе.	ИПК 3.1. Знает: Виды литья, их преимущества и недостатки Методики анализа технологичности детали Процессы затвердевания и охлаждения отливки и их математические модели Прикладные компьютерные программы для моделирование литейных процессов: наименования, возможности и порядок работы в них Параметры технологических процессов получения отливок специальными видами литья и их особенности Преимущества и недостатки различных способов изготовления форм и стержней CAD-системы: классы, наименования, возможности и порядок работы в них Единую систему технологической документации. ИПК 3.2. Умеет: Выбирать оптимальный способ изготовления отливки Оценивать технологичность Выбирать варианты формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки Рассчитывать технологические режимы процесса литья для сложной отливки с использованием прикладных компьютерных программ для вычислений Использовать пакеты прикладных программ для моделирования процесса заполнения литейной формы и затвердевания сложной отливки Анализировать результаты моделирования и выбирать оптимальные варианты конструкций литниковых систем Определять технологические возможности оборудования для изготовления форм, разрабатывать технологию изготовления формы и стержней с учетом особенностей действующего и

		нового оборудования Разрабатывать технологическую документацию ИПК 3.3. Владеет: Анализом технологических возможностей действующего производства, выбором способа изготовления сложной отливки Моделированием процесса заполнения литейной формы и затвердевания для сложной отливки в пакетах прикладных программ Расчетом технологических режимов процесса литья для сложной отливки Корректированием конструкции литниковой системы, положения сложной отливки в форме, вариантов формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки с учетом результатов моделирования Анализом способов изготовления стержней для сложной отливки, выбор оптимального варианта Разработкой технологической документации на процесс изготовления сложной отливки

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: участие в лекции, участие в семинаре, защита реферата в виде презентации, тест, зачет.

№ ОС	Наименование Оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление Оценочного средства в ФОС
1	Презентация доклада по выбранной теме.	Средство проверки умений применять полученныезнаниядлярешениязадачопределенноготипапотемеилиразделу	«Технологическая проработка»№1,№2,№3
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений.	Фонд тестовых заданий
3	письменно (З -зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, его индивидуальных возможностей, умения.	Вопросы для зачета

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации в первом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине. При этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем,

ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено»или «незачтено».

Результаты прохождения теста по дисциплине учитываются при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценивание текущей успеваемости и итогового результата осуществляется в системе рейтинговой оценки. Данная система позволяет учитывать в баллах выполнение студентом учебной работы, выполненной студентом на каждой неделе обучения и как итог за весь семестр обучения.

Результаты учебной работы заносятся еженедельно в рейтинговую таблицу. Данная таблица включает следующие показатели:

-участие в лекции, баллы за присутствие на занятие и ответы на вопросы преподавателя(2 и более баллов),

-участие в семинаре, баллы за присутствие на семинаре и активность обсуждении рассматриваемой темы(2 и более баллов),

- защита реферата в виде презентации, (макс. 10 баллов),

- тест(макс. 20 баллов),

Студент получает зачет по дисциплине по результатам рейтинга или при устнои опросе.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, 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.
Незачтено	Невыполнено один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрируетнеполноесоответствиезнаний,умений,навыков,допускаютсязначительныеошибки,проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине. При этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» в соответствии с приведенной выше шкалой оценивания.

Форма промежуточной аттестации: зачет

ПК-3 Способен разрабатывать новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	не зачтено	**зачтено**		
	2	**3**	**4**	**5**
знать: Теоретические основы свойств исходных материалов используемыхприформированиикачественнойотливкидляспроектированноготехнологическогопроцесса для. Рассмотренных вразделах1,2,3.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания Теоретических основ-свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки Для спроектированного технологического процесса недостаточное соответствие знаний: физической сущности явлений, происходящих при формировании структуры отливок.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний Теоретических основы свойств исходных материалов используемых При формировании качественной отливки Для спроектированного технологического процесса Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, По ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний: Теоретических основ свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: Теоретических основ свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Теоретическимиосновамисвойствисходныхматериаловиспол	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: Теоретическими основами свойств	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основ Теоретических	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:

ьзуемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса рассмотренных в разделах 1,2 и3	исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса.	свойств и основами свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса	Теоретическими основами свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса.	Теоретическими основами свойствисходных материаловиспользуемыхприформированиикачественойотливки для спроектированного технологического процесса. Ситуациях повышенной сложности. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть:Теоретическимиосновамисвойствисходныхматериаловиспользуемыхприформированиикачественойотливки для спроектированного технологического процесса рассмотренных в разделах 1,2 и3	Обучающийся невладеет или в недостаточной степени владеет Теоретическими основами свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса	Обучающий демонстрирует неполное соответствие знаний Теоретическим основами свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса	Обучающийсячастичновладеет Теоретическимиосновамисвойствисходныхматериаловиспользуемых при формировании качественной отливки Для спроектированного технологического процесса. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, при переносе умений на новые, Нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет Теоретическими основами Свойств исходных материалов используемых при формировании качественной отливки для спроектированного технологического процесса Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

7.3 Оценочные средства

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Теория формирования отливки					
ФГОСВО**15.04.01 Машиностроение**					
Впроцессеосвоенияданнойдисциплиныстудентформируетидемонстрируетследующие**компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-3	Способен разрабатывать новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе	**знать:** Свойства материалов с целью их правильного выбора при изготовлении литейной формы. **уметь:** Применять теоретические методы при анализе причин брака при использовании выбранных материалов. **владеть:** Передовыми методами разработки технологических процессов при использовании оптимальных материалов для изготовления качественных отливок	лекция, самостоятельная работа,практические занятия, тест, зачет.	Л, СР, ПЗ, Т, З.	**Базовыйуровень:** Умеетприменятьметодыисредстваприразработкетехнологическойоснастки. **Повышенный уровень:** Владеет методами и средствами компьютерного проектирования при разработке технологической оснастки.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Для контроля текущего усвоения дисциплины предусмотрены опросы студентов перед лекцией по предыдущему материалу. Серьезные ответы поощряются «звездочками» в журнале и учитываются при проведении экзамена. По разделам «явления, происходящие при заливке металла в форму. Нагрузка на литейную форму и стержни» выдается задание на расчет груза, вразделе «литниковые системы» для контроля знаний используются тесты. Проводятся практические расчеты литниковых систем разного типа. Предусмотрены, практические работы по дисциплине. Выполнение этих работ является допуском к экзаменам.

Варианты расчетных работ, тестов приведены в УМКдисциплины.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются по этапно в ходе освоения обучающимися разделов дисциплины «Теория формирования отливки»

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формированияявляетсядостижениеобучающимисяпланируемыхрезультатовпообучениюдисциплины.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов включающей защиту «технологическойпроработки»:

- Расчет груза на опоку с отливками (для заданной отливки)**№1**;
- Сконструировать литниковую систему (для заданной отливки). Выполнить расчет литниковой системы с использованием программы ТОТЛ-2А**№2;**
- Расчет времени охлаждения заданной отливки до выбивки**№3**;Промежуточныеэтапы: выполнить тест по разделу«конструкции литниковых систем».

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются по этапно входе освоения студентами разделов дисциплины «Теория формирования отливки**».**

Перечень оценочных средств по дисциплине «Теория формирования отливки»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опроссобеседование, (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,	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научнойтемы	Темыдокладов, сообщений

3	Тестирование (применение онлайн образовательных технологий) (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

Тестирование (применение он-лайн образовательных технологий).

Промежуточные тесты. Каждый промежуточный тест может объединять задания (вопросы) по нескольким темам дисциплины – не менее 2 тестовых заданий/вопросов на 1 академический час общей трудоемкости дисциплины. Задания/вопросы к тестам должны быть сгруппированы по темам дисциплины. Тест должен содержать вопросы по материалам теории и пройденного практикума. Рекомендуется включать задания/вопросы разных типов. Для каждого семестра изучаемой дисциплины рекомендуется не менее одного, но не более пяти тестов. Так как разрабатываемые тесты предназначены для ввода в LMS Университета, то необходимо учитывать технические возможности самой программы контроля. Система Moodle, используемая в LMS Университета, поддерживает следующие типы тестовых заданий.

– задания на множественный выбор;
– задания с ответами «верно» – «неверно»;
– задания на соответствие;
– задания на ввод численного значения;
– задания на дополнение.

Автор тестов сам составляет, и каждый год обновляет свой банк тестовых заданий.

Рекомендации по формированию банка тестовых заданий

Тестовые задания/вопросы учебного курса в LMS Moodle хранятся в «Банке тестовых заданий учебного курса» и уже оттуда добавляются в тест. Такой подход позволяет использовать один и тот же вопрос в нескольких тестах курса.

Тесты могут создаваться преподавателем непосредственно в LMS, но более простым способом является импорт в банк тестовых заданий вопросов/заданий, заранее подготовленных с использованием любого текстового редактора.

В LMS Moodle тестовые задания хранятся в текстовом формате GIFT, в котором по определенным правилам оформляются (форматируются) задания/вопросы теста и варианты ответов для них.

Зачет по дисциплине «Теория формирования отливки».

При проведении зачета по дисциплине «Теория формирования отливки» проводится тестирование студентов. Результаты тестирования анализируются преподавателем, и выставляется «зачтено» при положительном ответе более чемна 55% от общего количества вопросов теста (от 19 положительных ответов на 35вопросов теста по дисциплине).

Вопросытеста

ТЕСТ по Дисциплине«**Теория формирования отливки**»

1	Линейная усадка на крупных отливках с Увеличением линейных размеров	1.-увеличивается;2-уменьшается;3-Не меняется	ПК3

2	Значениекоэффициентарасхода0,4(в Интервале 0,4-0,8)используют для л.с.:	1-простых.2-средних,3-сложных	ПК3
3	Что изменяется при заполнении литейной Формы под затопленный питатель?	1-давление,2-скорость,3-расход	ПК3
4	Преимущество чаши перед воронкой	1-улавливаетшлак,2-быстрее заливка,3-большенапор	ПК3
5	Явление брандспойта в л.с. устраняетсяза счет:	1-питателя,2-дросселя,3-поворота	ПК3
6	Боковая л.с. позволят металл подвести:	1-быстрее, 2-к большему количествуотливок,3-медленнее	ПК3
7	Безопасного расстояние в шлакоуловителе До первого питателя необходим для обеспечения:	1-заливки,2-отсутствияшлакав отливке;3-заполненияформы	ПК3
8	Сифонная л.с. позволяет подвести металл К отливке	1-быстрее,2-медленнее, 3-одновременно	ПК3
9	Высота питателя и шлакоуловителя Находятся в соотношении;	1-1:3;2-1: 4;3-1:5	ПК3
10	Массовый расход определяется:	1-временемзаливки,2-массой отливки,3-массойивременем	ПК3
11	Улучшить работу линейного Шлакоуловителя можно за счет:	1-гребенкинапотолке,2-падения Уровняметалла.3-егоразмеров	ПК3
12	Ужимины чаще образуются на песках:	1-хромитовых;,2-кварцевых,3-цирконовых	ПК3
13	В формуле определения времени заливки $t=3,7m^{0,38}$ подставляется:	1-массаотливки, 2-массаотливокв форме3-металлоемкостьформы	ПК3
14	Легкоотделимые прибыли на стальных отливках возможны за счет:	1-теплоизоляции,2-керамических пластин,3-снижениетемпературысплава..	ПК3
15	С увеличением длины отливки величина Предусадочного расширения отливки:	1.увеличивается;2-уменьшается;3-неменяется	ПК3
16	Линейная усадка на крупных отливках с Увеличением размеров	1.-увеличивается;2-уменьшается;3-неменяется	ПК3
17	Верхняя л.с. имеет преимущество засчет:	1-удобства,2-малоймассы. 3-быстройзаливки	ПК3
18	Массовый расход измеряется в:	1-см/с2-кг/с3-кг/час	ПК3
19	Линейная усадка на мелких отливках может быть:	1-положительной;2-отрицательной;4-равнойусадкесплава	ПК3
20	Скорость затвердевания неоднородна по Сечению отливки большая:	1.вцентре,2-наповерхности,3-одинакова.	ПК3
21	Использование дросселя позволяет увеличить сечение:	1-питателя;2-шлакоуловителя;3-стояка	ПК3
22	Заливка полости формы подзатопленный Питатель учитывается изменением:	1.напора2-расхода; 3-питателя	ПК3
23	После расчета сечения узкого места л.с. расчет остальных сечений л.с. проводят:	1.по-отношениюк узкому сечению;2- к стояку; 3-кшлакоуловителю;	ПК3
24	Устранение трещин в безопочных формах Производят засчет использования:	1- прижимов;2-перегреваметалла 3-повышенияпрочностиформ.	ПК3
25.	Выбор воронки или чаши определяется по:	1-расходу,2-заполнению,3-затра-там	ПК3

26.	Где возникает разряжение в стояке?	1-вверху,2-посередине,3-внизу	ПК3
27.	Разряжение в стояке устраняются использованием:	1-прибыли,2-дросселя,3. увеличенияпитателя	ПК3
28	Что является узким сечением в Сужающейся литниковой системе?	1.стояк,2-шлакоулавитель;3-питатель	ПК3
29	Расчет литниковой системы**(л.с.)** Начинается с расчета:	1.прибыли,2-узкогоместа,3-стояка	ПК3
30	Отбел кромок на чугунных отливках возможен при заливке песчаной формы металлом:	1-горячим,2-холодным,3-перегретым.	ПК3
31	Скорость затвердевания отливки большая В формах с коэффициентом теплоаккумуляции:	1-малой;2-большой;3-невлияет.	ПК3
32	Коэффициент теплоаккумуляции больше Для форм:	1-сухих,2-сырых,3-одинаков.	ПК3
33	Отбел на чугунных отливках возникает При заливке форм металлом:	1-горячим,2-холодным,3-перегретым	ПК3
34	Температурный перепад в отливке по отношении. К литейной форме на порядок:	1-больше,2-меньше3-одинаков	ПК3
35	При одинаковых массах последним затвердевает:	1-плита,2-шар,3-цилиндр	ПК3

Перечень вопросов на зачёт

Вопросы по дисциплине «**Теория формирования отливки**»

1. Выталкивающая сила, действующая на стержни в процессе заполнения Расплавом формы. На примерах пояснить, как изменяется выталкивающая сила От конфигурации и стержня. Понятие опасное сечение. ПК3
2. Силы, действующие на верхнюю полуформу по закону сообщающихся сосудов. Гидростатический парадокс. Примеры. ПК3
3. Расчетгрузанапримерегильзыцилиндроввобщемвиде.ПК3
4. Особенноститермическогорасширениясухойкоркисмесилитейнойформы.Неоднородностьусадкиподлинепротяженнойотливки(св.500мм).Изобразитьнаграфикелинейнуюусадкуотливокдля СЧ,применяемуюнапрактике и действительную усадку для размеров до 500мм. Пояснить причину различия действительной линейной усадки с линейной усадкой сплава. К чему приводит неучет действительной линейнойусадки.ПК3
5. Подутиеотливок.Причины,способствующиеподутиюотливок.Мерыборьбы.ПК3
6. Механизм образования ужимин. Затрудненное и незатрудненноеужиминообразование.Технологическиемерыборьбысужиминами.ПК3
7. Механизм образования ужимин. Конструктивные меры борьбы сужиминами.Механизмихдействия.ПК3
8. Рольсухойкоркисмесивобразованиитрещинвбезопочныхформах.Мерыборьбы.ПК3
9. Условие внедрения газоввметалл. При каких условиях происходит «кипение».Влияниесмачивания(несмачивания)навнедрениегазоввметалл.Мерыборьбы сгазовымираковинами.ПК3
10. Ситовидная пористость. Причины и механизм образования. ПК3
11. Упрощениефизическойигеометрическойобстановкитеплообменаотливкиипесчаной формы.ПК3
12. Обоснованиерасчетнойсхемытепловоговзаимодействияпесчано-глинистойформыиплоскойотливкидляинженерныхрасчетов.Криваяохлажденияотливки в песчаной форме.Три этапаохлаждения.ПК3

13. Почему задача теплообмена литейной формы и отливки сводится к прогреву литейной формы. Два допущения. Привести тепловую схему расчета. Как решается задача? ПК3

14. Закон затвердевания отливки в сухой песчаной форме. Что устанавливает? Привести график dU/dt .Объяснить влияние температуры заливки, коэффициента теплоаккумуляции формы, температуры заливки на скорость затвердевания. Как изменяется зерновой состав и структура по сечению отливки? Почему при низкой температуре заливки для серого чугуна возникает брак по «отбелу»?ПК3

15. Законзатвердеваниядлятелсложнойконфигурации.Влияниекривизныповерхностина толщинузатвердевшейкорки.Почемудлярасчетаотливок сложнойконфигурацииприрасчетевремен$\tau_1\tau_2\tau_3$,можнопользоватьсярасчетами,полученным идляплиты.Какаяформагеометрииприбылипредпочтительнее,почему?ПК3

16. Прогрев сырой песчано глинистой формы. Привести схему теплообмена. Объяснить особенности схемы теплообмена по отношению к сухой форме. Понятие эффективная теплоемкость.Сэф.ПК3

17. Получение плотных отливок. Принципы одновременного и направленного затвердевания. Областиихприменения.ПК3

18. Внешние и внутренние холодильники. Для чего используются? Примеры. ПК3

19. Мероприятия по реализации принципа одновременного затвердевания. Какдостигаются.Примеры.ПК3

20. Мероприятия по реализации принципа направленного затвердевания. Технологический напуск. Пояснить на примерах. ПК3

21. Прибыли «атмосферного» давления. Механизм действия. Ввод атмосферы в прибыль в серийном и массовом производствах. Сравните прибыли атмосферного давления .с прибылями газового и воздушного давления. Преимущества и недостатки. ПК3

22. Прибыливоздушногоигазовогодавления.Механизмдействия.Преимущества, недостатки по отношению к прибылям «атмосферного»давления.ПК3

23. Нерегулируемоеохлаждениеотливок.Внешниеивнутренниехолодильники.Примеры. ПК3

24. Регулируемоеохлаждениекрупныхответственныхотливок.Какосуществляется?Пример.ПК3

25. Длина дистанции питания прибыли, торцевого эффекта и холодильника. Определение количества прибылей для отливки типа плиты. ПК3

26. Принцип расчет объема (массы) прибылей по методу Пржибылу. Характер зависимости между Vпр и Vотл. ПК3

27. Расчет объема (массы) прибыли по массе приведенного и питаемого узла. Характер зависимости между VприVотл. Преимущества по отношению к методу Пржибыла. ПК3

28. Анализ брака усадочного характера в угловых сопряжениях стенок отливок типа «угол» при большом и малом литейном радиусе внутреннего угла. Пояснить. ПК3

29. Экзотермические прибыли. Что входит в состав смеси для керамических стаканов? ПК3

30. Легкоотделяемые прибыли. Как реализуются. Назначение. ПК3

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Теория формирования отливки»
по направлению подготовки
15.04.01 Машиностроение ОП «Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»
(магистр)

Раздел	Семестры	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттес-тации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф р.	К/ р	Э	З
Лекция 1. Вводная. Место и роль дисциплины в общей структуре подготовки магистров. Примеры решения научно-технических задач в литейном производстве. Кристаллизация металлов и сплавов.	1	1	2			2								
Семинар 1.Обсуждение тем ВКР магистрантов и их взаимосвязи с дисциплиной ТФО.	1	2		2		3								
Лекция 2.Теплообмен отливки с песчаной и металлической литейной формы. Прогрев сырой формы. Особенности расчета теплообмена формы и отливки из сплавов, затвердевающих в интервале температур кристаллизации. Теплообмен отливки с металлической формой. Исследования жидкотекучести сплавов, затвердевания фасонных отливок, формирования заданного кристаллического строения тела отливки.	1	3	2			2								
Семинар 2.Определение времени отвода теплоты перегрева, затвердевания и охлаждения отливки до температуры выбивки.	11	4 4	2	2		2 3								

Лекция 3. Фазовые переходы при затвердевании и охлаждении отливок из чёрных и цветных сплавов. Объёмная усадка. Образование усадочных и газовых дефектов в отливках	**1**	**5**	**2**			**2**								
Семинар 3.Формирование монокристаллической структуры отливки. Рассмотрение вариантов конструкции кристалоотборников.	**1**	**6**		**2**		**3**								
Лекция 4. Линейная усадка и предусадочное расширение. Причины возникновения неравномерного распределения линейной усадки на рассматриваемом размере. Зависимость средней линейной усадки от номинального размера.	**1**	**7**	**2**			**2**								
Семинар 4.Обсуждение физического эксперимента по определению неравномерного распределения линейной усадки на рассматриваемом размере.	**1**	**8**		**2**		**3**								
Лекция 5.Временные и остаточные напряжения в отливках, механизм их возникновения и образование дефектов.	**1**	**9**	**2**			**2**								
Семинар 5. Трещины в отливках, механизмы их возникновения и способы устранения.	**1**	**10**		**2**		**3**								
Лекция 6. Процессы заполнения литейных форм расплавом, варианты литниково-питающих систем. Способы модифицирования расплава в литниковых системах.	**1**	**11**	**2**			**2**								
Семинар 6. Обсуждение методики расчета литниковых систем для безопочных форм с вертикальной плоскостью разъема.(ДИСА).	**1**	**12**		**2**		**3**								

Лекция 7. Современные способы литья в формы из дисперсных материалов, физические принципы их реализации, технологические возможности и область применения. Способы литья в вакуумно-пленочные формы, импульсное уплотнение литейных форм, эффективные способы химического отверждения литейных форм.	**1**	**13**	**2**			**2**								
Семинар 7.Заслушивание докладов по теме «Современные способы литья».	**1**	**14**		**2**		**3**								
Лекция 8.Допуски формы и расположения коробления. Единицадопускаистепеникоробления.Смещениепоплоскостиразъема.Структураприпусканамеханическуюобработку.РядыприпусковВлияниеточности обработки детали и количества переходов наприпуски.Оценкавлиянияспособалитья,конструктивно-технологическойхарактеристикиотливки (вид сплава, сложность отливки и габаритный размер) и категории производства.	**1**	**15**	**2**			**2**								
Семинар 8.Назначение точностных параметров. Сравнение точности размеров отливок при литье в песчано-глинистые формы в поточно-механизированном и автоматизированном производствах.	**1**	**16**		**2**		**3**								
Итого за первый семестр		**32**	**16**	**16**		**40**								