

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ»

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Цифровые, аддитивные технологии в сварочном производстве

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Тютрин Николай
Орестович
Дата подписания: 08.09.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 08.09.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технологии пластического формоизменения порошковых материалов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способность разрабатывать технические задания на проектирование и разрабатывать конструкторскую документацию и управляющие программы на специальную оснастку, инструмент, приспособления, нестандартное оборудование, средства комплексной механизации и автоматизации технологических процессов заготовительных, сборочно-сварочных и аддитивных технологий	ПК-3.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.6	Разрабатывает техническое задание и проектирует технологическую оснастку для изготовления деталей машин методом порошкового формообразования	Знать основное назначение, варианты конструктивных решений, технические характеристики планируемых к проектированию средств технологического оснащения процессов порошкового формообразования. Уметь формулировать исходные данные для разработки технического задания (ТЗ) на проектирование технологической оснастки, разрабатывать ТЗ, производить в ходе проектирования необходимые технико-экономические расчёты Владеть навыками комплексного проектирования технологической оснастки для производства деталей машин методом порошковой металлургии

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технологии пластического формоизменения порошковых материалов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Металловедение и ТО сварных соединений», «Методы контроля и диагностики в аддитивном производстве»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Прочность сварных конструкций»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	40	40
лекции	20	20
лабораторные работы	20	20
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	68
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Общие сведения о порошковой металлургии и порошковых металлах.	1	2	1	2					Устный опрос
2	Исходные материалы порошковой металлургии	2	2	2	2			1, 3	14	Отчет по лабораторной работе
3	Технология прессования порошковых материалов и изделий	3	4	3	2			2, 3	12	Отчет по лабораторной работе
4	Спекание порошковых материалов и изделий.	4	2	4	2			1, 3	14	Отчет по лабораторной работе
5	Производство и проектирование порошковых изделий	5	4	5	4			1, 3	16	Отчет по лабораторной работе
6	Инструментальная оснастка	6	2	6	4					Отчет по лабораторной работе

	порошковой металлургии. Конструирование пресс-форм.									ной работе
7	Технологическое оборудование и организация участков порошковой металлургии.	7	2	7	2			1	6	Отчет по лабораторной работе
8	Качество порошковых изделий и пути его повышения	8	2	8	2			1	6	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		20		20				104	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие сведения о порошковой металлургии и порошковых металлах.	История развития методов порошковой металлургии. Народно хозяйственное значение порошковой металлургии. Основные производственные процессы порошковой металлургии. Тенденции развития металлургического производства. Общие сведения о технологии и оборудовании порошковой металлургии. Техничко-экономическое обоснование изготовления порошковых изделий. Особые свойства изделий из металлических порошков.
2	Исходные материалы порошковой металлургии	Производство металлических порошков. Классификация методов получения порошков. Физико-химические методы получения порошков. Восстановление оксидов и солей. Электролиз. Диссоциация карбониллов. Механические методы получения порошков. Измельчение твердых металлов. Диспергирование (распыление) жидких металлов. Свойства порошков и методы их контроля. Физические, химические и технологические свойства. Отбор и подготовка проб порошковых материалов.
3	Технология прессования порошковых материалов и изделий	Подготовка порошков к прессованию (формованию): отжиг, классификация, приготовление смесей. Дозировка и засыпка порошка в пресс-форму. Основные закономерности прессования порошковых материалов и изделий. Технология прессования в закрытую пресс-форму. Технология получения изделий высокой плотности. Особенности

		прессования крупногабаритных изделий и заготовок большой длины. Варианты процесса прессования: изостатическое прессование, прокатка порошка, мундштучное формование, шликерное литье. Динамическое (импульсное) прессование
4	Спекание порошковых материалов и изделий.	Основные закономерности процесса спекания. Поры и их роль в процессе спекания. Влияние технологических факторов на процесс спекания и свойства порошковых тел. Твердофазное и жидкофазное спекание. Спекание изделий на основе однокомпонентной системы. Спекание железуграфитовых прессованных заготовок. Влияние легирующих элементов на спекание. Особенности спекания многокомпонентных систем. Методы активизации процесса спекания. Практика спекания. Атмосфера спекания и защитные засыпки. Печи для спекания. Обязанности спекальщика. Горячее прессование порошковых изделий.
5	Производство и проектирование порошковых изделий	Принцип отбора деталей. Технологичность деталей, получаемых методами порошковой металлургии. Организация промышленного производства порошковых изделий. Требования к порошковым заготовкам и деталям. Характеристики горячепрессованных деталей. Классификация порошковых заготовок и изделий. Особенности прессования (формования) изделий различных групп сложности. Производство биметаллических изделий методами порошковой металлургии. Влияние технологии изготовления на свойства спеченных материалов. Дополнительные технологические операции по улучшению физических и механических свойств изделий
6	Инструментальная оснастка порошковой металлургии. Конструирование пресс-форм.	Общие принципы конструирования прессформ для порошковой металлургии. Прессформы для холодного прессования. Классификация и особенности расчета штампов. Штампы для горячего прессования порошковых изделий. Вспомогательные устройства штампов динамического горячего прессования. Температурные режимы и смазка инструментальной оснастки. Виды износа и стойкость штампового инструмента участков порошковой металлургии. Организация учета и хранения штамповой оснастки.
7	Технологическое оборудование и организация участков	Прессы для холодного прессования и горячей допрессовки. Особенности конструкции и применения механических, пневматических и

	порошковой металлургии.	гидравлических прессов. Выбор оборудования. Печи и нагревательные устройства участков порошковой металлургии. Автоматизированные установки и линии горячего прессования. Производственные участки порошковой металлургии. Особенности компоновки и размещения оборудования. Техника безопасности в порошковой металлургии.
8	Качество порошковых изделий и пути его повышения	Качество порошковых изделий и пути его повышения. Точность размеров, формы и качество поверхности деталей. Дефекты высокотемпературной и силовой обработки заготовок. Брак при прессовании и спекании, способы предупреждения брака. Микроструктура и пористая структура порошковых изделий. Механические, физические и химические свойства порошковых изделий. Термическая и химико-термическая обработка порошковых изделий. Механическая обработка изделий. Отделочные операции. Организация контроля качества изделий.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Оценка гранулометрического состава металлических порошков методом ситового анализа	2
2	Расчет навески порошковой смеси весовым и объемным способом.	2
3	Решение задач на определение усилия прессования	2
4	Расчет скорости и температуры спекания.	2
5	Определение группы сложности, схемы прессования и основных технологических параметров.	4
6	Определение основных элементов штамповой оснастки. Расчет высоты загрузочной камеры. Определение диаметров стержня.	4
7	Подбор пресса по необходимому усилию, закрытой высоте, габаритам	2
8	Оценка физических и химических свойств порошка. Способы предупреждения и исправления брака.	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	30
2	Подготовка к экзамену	2
3	Решение специальных задач	36

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Кейс-технология

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Изучить методические указания к лабораторной работе, ознакомиться с приборами, провести исследование, зафиксировать полученные результаты, проанализировать, сформировать выводы, оформить отчет по лабораторной работе, защитить отчет по лабораторной работе, осветить на поставленные вопросы по теме.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов и защита работ. За время, отведенное на подготовку и защиту работ, студент должен изучить материал по теме лабораторной работы и предварительно ознакомиться с порядком ее выполнения. Лабораторная работа должна содержать цель, список оборудования, краткое описание хода работы, необходимые схемы процессов и оборудования. Защита работ проходит в форме собеседования. Самостоятельное изучение отдельных тем теоретического курса. В рамках самостоятельной работы и подготовки к зачету предусмотрено самостоятельное изучение некоторых тем. Рекомендуется составить конспект. Объем конспекта по каждой теме не должен превышать 3 страниц формата А4 (ориентир. - шрифт Times New Roman 12, 1

интервал или в рукописном виде). Оформление – в соответствии со стандартом ИРНИТУ. Крайний срок представления конспекта – последняя неделя семестра. Написание реферата осуществляется по теме, назначенной преподавателем. Студенту с целью закрепления материала предлагается написать реферат минимум из 15-ти страниц формата А4. (ориентир - шрифт Times New Roman 12, 1 интервал или в рукописном виде). Оформление – в соответствии со стандартом ИРНИТУ. Крайний срок представления реферата – предпоследняя неделя семестра. Подготовка к экзамену. Подготовка к экзамену заключается в повторении теоретического материала для итогового контроля знаний. Примеры вопросов для экзамена, процедура экзамена, критерии оценивания указаны в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Усвоение теоретического материала проверяется устным опросом магистрантов

Критерии оценивания.

При правильных ответах на более 90 % вопросов студент получает допуск к зачету

6.1.2 семестр 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Перед выполнением практической работы студент обязан изучить теоретический материал, руководство по эксплуатации оборудования и технику безопасности. Работа выполняется индивидуально или в малых группах. Главной целью практической работы является экспериментальное подтверждение и проверка существующих теоретических положений. Задачей практической работы является формирование у студентов практических умений и навыков обращения с оборудованием, развитие исследовательских умений (сравнивать, анализировать, наблюдать, делать выводы, оформлять результаты).

Критерии оценивания.

Полностью выполнены все пункты работы. Результаты представлены наглядно, все графики и таблицы подписаны, имеют единицы измерения. Проведен полный анализ, выявлены и объяснены все закономерности. Четко прослеживается связь экспериментальных данных с теорией процесса. Выводы полные, логически вытекают из анализа результатов. Отчет оформлен в строгом соответствии со всеми требованиями.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.6	Демонстрирует способность к определению исходных данных, необходимых для формирования технического задания. Составляет техническое задание на проектирование средства технического оснащения процесса порошкового формообразования с учётом требований производства и характеристик деталей, производимых порошковым методом. Имеет представление о проектировании технологической оснастки в соответствии с требованиями ЕСКД.	Устный опрос или тестирование; решение кейсов

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итоговой аттестации по дисциплине является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам выдаётся список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
 - а) выполнить и защитить все лабораторные работы;
 - б) получить среднюю положительную оценку за устный опрос на лекциях.
3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Предпосылки появления и развитие порошковой металлургии.
2. Преимущества и недостатки порошковой металлургии.
3. Физические свойства порошков.
4. Химические свойства порошков.
5. Технологические свойства порошков.
6. Классификация методов получения порошков.
7. Физико-химические методы получения порошков
8. Механические методы получения порошков
9. Подготовка металлических порошков.
10. Способы приготовления порошковых смесей.
11. Классификация методов формования
12. Холодное прессование
13. Изостатическое формование
14. Прокатка
15. Шликерное формование
16. Мундштучное формование
17. Инжекционное формование
18. Вибрационное формование
19. Взрывное формование
20. Электрогидравлическое формование
21. Пневмомеханическое прессование.
22. Одностороннее и двустороннее прессование.
23. Производство пористых изделий методом порошковой металлургии.
24. Пористые материалы и изделия.
25. Технологическая оснастка для прессования изделий.
26. Оборудование для спекания порошковых заготовок.
27. Дефекты порошковых изделий и способы их устранения
28. Механическая обработка формованных заготовок.
29. Особенности термической и химико-термической обработки порошковых изделий.
30. Методы контроля качества пористых изделий.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
---------	--------	-------------------	---------------------

Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания). Свободно выполняет практические задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Знает рекомендованную литературу	Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков.	Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний	Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные практические задания.
---	---	--	---

7 Основная учебная литература

1. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия - М.: Металлургия, 1980 - 496 с
2. Либенсон Г.А. Основы порошковой металлургии. – М.: Металлургия, 1987 - 208 с.
3. Ермаков С.С., Вязников Н.Ф. Порошковые стали и изделия. – Л.: Машиностроение, 1990 – 320 с.
4. Дорофеев Ю.Г., Гасанов Б.Г. и др. Промышленная технология горячего прессования порошковых изделий. - М.: Металлургия, 1990 - 206 с.
5. Бальшин М.Ю., Кипарисов С.С. Основы порошковой металлургии - М.: Металлургия, 1978 - 184 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Васильев Д.И., Тылкин М.А., Тетерин Г.П. Основы проектирования деформирующего инструмента – М.: Высшая школа, 1984 – 223 с.
2. Либенсон Г.А. , Панов В.С. Оборудование цехов порошковой металлургии. – М.:Металлургия, 1983 - 264 с.
3. Клячко Л. И., Уманский А.М., Бобров В.Н. Оборудование и оснастка для формования порошковых материалов - М.: Металлургия, 1986 – 336 с.

4. Девятков В.В. Малоотходная технология обработки материалов давлением – М.:Машиностроение, 1986 - 288 с.

5. Тылкин М.А, Васильев Л.И. и др. Штампы для горячего деформирования металлов– М.: Высшая школа, 1977 – 496с.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
<http://library.istu.edu/>
3. <https://cyberleninka.ru/>
4. <https://www.rsl.ru/>; <https://search.rsl.ru/#ff=27.07.2022=fdatedesc/>
5. <https://powder.misis.ru/jour/index/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.) 2. Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

3. 1. Пресс гидравлический ПГМ-50
2. Комплект прессовой оснастки
3. Проектор мультимедиа BenQ MW621ST(с экраном 2*2м)
4. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF 1024/23.6""