Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии получения уникальных изделий

22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(направленность (профиль): «Материаловедение и технологии материалов»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 04-06-2026 16:17:36 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование знаний в области передовых, нестандартных и высокотехнологичных методов получения уникальных изделий из современных конструкционных и функциональных материалов, а также навыков проектирования технологических процессов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучить классификацию и физические основы технологий получения уникальных изделий (аддитивные, литейные, сварочные, методы обработки давлением);
сформировать понимание влияния параметров технологических процессов на формирование структуры, дефектность и эксплуатационные свойства материалов;
освоить методики выбора технологии и материалов для изготовления изделий со сложной геометрией, экстремальными требованиями к свойствам или из труднообрабатываемых материалов;
приобрести навыки работы с современным оборудованием и программным обеспечением для цифрового проектирования и управления технологическими процессами.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Технологии трехмерного твердотельного проектирования;
– Системы автоматизированного проектирования;
– Конструирование высокотехнологичных и уникальных изделий;
– Оборудование критических и сквозных технологий;
– Новые функциональные материалы.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Технологическое предпринимательство;
– Проектирование высокотехнологичных производств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен разрабатывать критические и сквозные технологии в области материаловедения и технологии материалов	ПК-1.2 Разрабатывает новые технологические процессы и материалы с заданным уровнем свойств и структурных характеристик в области материаловедения и технологии материалов	– знать: методы прогнозирования свойств. – уметь: выбирать и обосновывать методы получения и контроля.
		ПК-1.3 Прогнозирует развитие технологических процессов и комплексов на основе анализа эксплуатационных свойств уникальных изделий	– знать: методы анализа эксплуатационных свойств. – уметь: анализировать эксплуатационные данные уникальных изделий.
	ПК-2: Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области материаловедения и технологии материалов	ПК-2.3 Обобщает научно-исследовательские данные, результатов экспериментов и наблюдений	– знать: методы поиска и отбора научно-технической литературы, патентных баз и нормативных документов по профилю исследований; принципы статистической обработки экспериментальных данных. – уметь: применять статистические и математические методы.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***12***	*12*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***12***	*12*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***84***	*84*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***72***	*72*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в технологии уникальных изделий (Понятие «уникальное изделие».
Отрасли-потребители.
Экономика.
Методологии выбора технологии.);

Раздел 2 Аддитивные технологии (История и тенденции развития.
Металлические технологии.
Неметаллические технологии.);

Раздел 3 Прецизионные литейные и сварочные технологии (Литье по выплавляемым моделям.
Специальные виды сварки.
Гибридное производство.);

Раздел 4 Контроль качества и цифровизация (Методы неразрушающего контроля.
Нормативная база, требования к документации.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение в технологии уникальных изделий	2	
Раздел 2.	Аддитивные технологии	4	
Раздел 3.	Прецизионные литейные и сварочные технологии	4	
Раздел 4.	Контроль качества и цифровизация	2	
Итого:		**12**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение в технологии уникальных изделий		
Раздел 2.	Аддитивные технологии	4	
Раздел 3.	Прецизионные литейные и сварочные технологии	4	
Раздел 4.	Контроль качества и цифровизация	4	
Итого:		**12**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	22	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	20	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	72	
Итого:		**156**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на

		практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 40 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых

заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные

Оценка	Требования к знаниям
	ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Адаскин, А. М. Материалы с особыми свойствами : учебник для вузов / А. М. Адаскин, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 165 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18152-4. – URL: https://urait.ru/bcode/600363 (дата обращения: 02.05.2026);

2 Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. – URL: https://urait.ru/bcode/589475 (дата обращения: 02.05.2026);

3 Миловзоров, О. В. Технология машиностроения : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, Н. В. Грибов ; под общей редакцией О. В. Миловзорова. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 488 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19308-4. – URL: https://urait.ru/bcode/590272 (дата обращения: 02.05.2026);

4 Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с. — ISBN 978-5-398-00861-6. – URL: https://e.lanbook.com/book/160557 (дата обращения: 02.05.2026);

5 Мельников, В. Н. Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов : учебное пособие / В. Н. Мельников. — Екатеринбург : УрФУ, 2013. — 168 с. — ISBN 978-5-7996-0856-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/98932 (дата обращения: 02.05.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Maxima;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– КОМПАС-3D;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютер-ной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Составитель(и):

доцент Попугаев Максим Геннадьевич (университетский колледж).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Гл. конструктор
ООО «Промпереработка»  И. В. Бычков

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

4. Какое расширение файла является стандартным для передачи трехмерной модели на 3D-принтер без сохранения текстур и цвета?

а) .step
б) .stl
в) .obj
г) .dwg

11. Какая аддитивная технология основана на послойном плавлении металлического порошка лазерным лучом на подложке?

а) FDM (Fused Deposition Modeling)
б) SLA (Stereolithography)
в) SLM (Selective Laser Melting)
г) BJ (Binder Jetting)

14. Технология WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) использует в качестве исходного сырья:

а) Крупнодисперсный порошок
б) Жидкий фотополимер
в) Металлическую проволоку
г) Листовой прокат

18. Главная цель проектирования поддерживающих структур (поддержек) при СЛС-печати металлами — это:

а) Улучшение шероховатости поверхности детали
б) Отвод тепла и предотвращение коробления из-за остаточных напряжений
в) Увеличение сканирования лазера
г) Снижение расхода порошкового материала

5. Что такое «конформное охлаждение» в аддитивном производстве уникальных пресс-форм?

а) Охлаждение детали вентилятором сразу после печати
б) Каналы охлаждения, в точности повторяющие сложную геометрию формообразующей полости
в) Закалка изделия в криогенной камере
г) Медленное остывание изделия вместе с рабочей камерой принтера

12. Какая аддитивная технология использует жидкий полимер, отверждаемый ультрафиолетовым лазером?

а) SLS
б) SLA
в) LMD
г) FFF

15. Как называется процесс удаления несплавленного металлического порошка из рабочей камеры после завершения цикла СЛС-печати?

а) Сепарация

б) Сплавление

в) Просеивание (деподеризация)

г) Травление

19. В технологии EBM (Electron Beam Melting) плавление материала происходит:

а) В защитной атмосфере аргона высокой чистоты

б) В глубоком вакууме

в) В среде углекислого газа

г) На открытом воздухе

6. Что понимается под анизотропией свойств изделий, полученных 3D-печатью?

а) Высокая пористость в центре детали

б) Различие механических свойств материала в зависимости от направления выращивания (по осям X, Y и Z)

в) Изменение химического состава сплава при плавлении

г) Образование трещин на поверхности изделия

13. Какая технология относится к прямому подводу энергии и материала (DED)?

а) Стереолитография

б) Лазерная порошковая наплавка (LMD / LENS)

в) Послойное наплавление пластиковой нитью

г) Струйное нанесение связующего

16. Какой метод литья используется для получения лопаток турбин с монокристаллической структурой?

а) Литье в кокиль

б) Направленная кристаллизация с использованием затравочного кристалла или селектора

в) Центробежное литье

г) Литье под высоким давлением

20. Почему при производстве уникальных деталей литьем по выплавляемым моделям часто используют 3D-печать?

а) Для автоматического удаления литниковой системы

б) Для быстрого изготовления точных выжигаемых или растворимых мастер-моделей без дорогой оснастки

в) Для исключения стадии заливки жидкого металла

г) Для изменения химического состава расплава

7. Сверхпластическая формовка листовых материалов наиболее эффективна при производстве деталей для:

а) Массового автомобилестроения (производство штампованных колес)

б) Строительной арматуры

в) Сложных цельноштампованных панелей в авиастроении
г) Трубопроводного транспорта

14. При каком условии сплав проявляет эффект сверхпластичности?

а) При комнатной температуре и высокой скорости деформации
б) При ультрамелкозернистой структуре (менее 10 мкм), определенной температуре и низкой скорости деформации
в) При наличии крупного зерна и критической степени наклепа
г) При охлаждении до отрицательных температур

17. Какое литье обеспечивает минимальную шероховатость и наивысшую точность размеров среди традиционных заготовительных методов?

а) Литье в песчано-глинистые формы (ХТС)
б) Литье по выплавляемым (или газифицируемым) моделям
в) Литье в кокиль
г) Полужидкое литье (реолитье)

21. Какое преимущество дает применение вакуума при точной разливке жаропрочных никелевых сплавов?

а) Увеличение температуры плавления тигля
б) Предотвращение окисления активных легирующих элементов (Al, Ti) и удаление газов
в) Увеличение скорости затвердевания отливки
г) Снижение жидкотекучести расплава

8. За счет чего устраняются внутренние дефекты (поры, раковины) в отливках при обработке давлением?

а) За счет рекристаллизации при комнатной температуре
б) За счет всестороннего сжатия и заварки пор под действием высоких давлений и температур
в) За счет фазовых превращений мартенситного типа
г) Дефекты при обработке давлением устранить невозможно

15. Какая технологическая операция является обязательной в классической порошковой металлургии после прессования формовки?

а) Закалка в масло
б) Спекание (нагрев ниже температуры плавления основного компонента)
в) Горячая объемная штамповка
г) Электроэрозионная обработка

18. Метод ГИП (Горячее изостатическое прессование) заключается в одновременном воздействии на материал:

а) Ультразвука и вакуума
б) Высокой температуры и всестороннего давления газа (аргона)
в) Электрического тока и одноосного давления механического пресса
г) Лазерного излучения и центробежной силы

22. В чем главное преимущество искрового плазменного спекания (SPS) перед традиционным спеканием в печи?

а) Возможность спекать материалы только при комнатной температуре

б) Сверхвысокая скорость нагрева импульсным током, позволяющая сохранить наноструктуру и избежать роста зерна

в) Отсутствие необходимости прикладывать механическое давление

г) Возможность получения только жидкой фазы в процессе

9. Какая форма частиц порошка обеспечивает наилучшую прессуемость при холодном формовании?

а) Идеально сферическая

б) Дендритная (губчатая, осколочная) с развитой поверхностью

в) Чешуйчатая

г) Цилиндрическая

16. Какое явление служит движущей силой процесса твердофазного спекания порошковых формовок?

а) Изменение магнитного момента атомов

б) Уменьшение свободной поверхностной энергии системы за счет сокращения площади межчастичных границ

в) Образование метастабильных пересыщенных твердых растворов

г) Макроскопическое кипение компонентов

19. Для чего в порошок перед прессованием вводят пластификаторы (например, парафин)?

а) Для изменения химического состава готового изделия

б) Для улучшения формообразующей способности порошка и снижения трения о стенки пресс-формы

в) Для ускорения процесса спекания в печи

г) Для придания металлу коррозионной стойкости

23. Каким методом получают наиболее чистые сферические порошки жаропрочных сплавов для аддитивного производства?

а) Механическим размолом в шаровых мельницах

б) Плазменной или газовой атомизацией (распылением расплава)

в) Восстановлением оксидов водородом

г) Электролитическим осаждением из растворов

10. Как называются композиционные материалы, в которых матрицей служит металл, а упрочнителем — дисперсные частицы или волокна?

а) ПКМ (Полимерные композиционные материалы)

б) МКМ (Металлические композиционные материалы)

в) ККМ (Керамические композиционные материалы)

г) Интерметаллиды

17. Главное преимущество гибридных обрабатывающих систем (например, сочетания лазерной наплавки и 5-осевого фрезерования в одном станке) — это:

а) Снижение стоимости самого оборудования

б) Возможность получения точных функциональных поверхностей на деталях сложной геометрии за один технологический установ
в) Полное исключение термического воздействия на металл
г) Возможность работы без использования компьютерных программ (ЧПУ)

20. Какой метод обработки используется для прошивки глубоких охлаждающих отверстий малого диаметра в литых лопатках турбин?

а) Скоростное фрезерование твердосплавным инструментом
б) Электроэрозионная (или лазерная) обработка
в) Сверление быстрорежущими сверлами
г) Прошивка гидравлическим прессом

24. Какой метод позволяет наносить защитные барьерные покрытия (ТВС) на уникальные изделия аэрокосмической техники?

а) Гальваническое осаждение в ваннах
б) Плазменное напыление или электронно-лучевое испарение керамики (EB-PVD)
в) Диффузионный отжиг в порошках
г) Окрашивание пульверизатором

11. Что такое «углерод-углеродные композиционные материалы» (УУКМ)?

а) Сплавы железа с высоким содержанием углерода (чугуны)
б) Композиты, состоящие из углеродной матрицы, упрочненной углеродными волокнами
в) Пластики, покрытые графитовой смазкой
г) Инструментальные алмазные материалы

18. Для чего применяется финишное горячее изостатическое прессование (ГИП) изделий после СЛС 3D-печати?

а) Для изменения геометрических размеров детали
б) Для «захлопывания» остаточной внутренней пористости и повышения усталостной прочности изделия
в) Для удаления излишков легирующих элементов
г) Для нанесения декоративного блестящего слоя

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Введение в технологии уникальных изделий

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Сформулируйте главное отличие понятий «уникальное изделие» и «изделие массового производства» с точки зрения материаловедения и геометрии.

2. Перечислите основные экономические и технологические причины, которые заставляют предприятия отказываться от традиционного литья или штамповки в пользу аддитивных технологий при создании единичных деталей.

3. Объясните физический смысл термина «функционально-градиентный материал» и приведите пример его применения в технике.

4. Назовите международный базовый стандарт, регламентирующий терминологию и классификацию процессов аддитивного производства.

5. Опишите, как метод топологической оптимизации помогает инженерам снизить массу уникального аэрокосмического кронштейна без потери его жесткости.

6. Объясните назначение и принцип работы «цифрового двойника» в рамках сквозного цифрового производства сложных конструкций.

7. Какие эксплуатационные свойства материалов выходят на первый план, если уникальное изделие проектируется для работы в условиях криогенных температур?

8. Какую роль играет компьютерное моделирование методом конечных элементов (FEA/CAE) на этапе, предшествующем запуску процесса выращивания или формообразования заготовки?

9. Сформулируйте понятие «удельная прочность» материала и объясните, почему этот показатель является ключевым для авиакосмической отрасли.

10. Почему для контроля качества уникальных дорогостоящих деталей практически не применяются разрушающие методы испытаний и какие альтернативные подходы используются?

11. Опишите физическое явление ползучести металлов и укажите, в каких узлах уникальных машин оно является главным фактором разрушения.

12. Каким образом полное отсутствие межзеренных границ в монокристаллических материалах влияет на их жаропрочные характеристики?

13. Объясните, за счет каких особенностей внутренней атомной структуры аморфные металлы превосходят обычные кристаллические сплавы по прочности и коррозионной стойкости.

14. Каковы главные технологические сложности и недостатки применения полимерных композиционных материалов в конструкциях, испытывающих сложные знакопеременные нагрузки?

15. Что понимается под концепцией управления жизненным циклом изделия (PLM) применительно к мелкосерийному наукоемкому производству?

16. Опишите, что такое «концентратор напряжений», и укажите методы борьбы с ним при проектировании нестандартного оборудования.

17. Какое свойство титановых сплавов, помимо высокой удельной прочности, делает их безальтернативным материалом для изготовления уникальных эндопротезов в медицине?

18. Расшифруйте суть концепции «Индустрии 4.0» в контексте гибких автоматизированных производств, выпускающих единичную продукцию.

19. Дайте определение понятию «интеллектуальные материалы» и приведите пример их интеграции в современные конструкции.

20. Как анизотропия механических свойств влияет на поведение деталей, полученных послойным синтезом, при их последующей эксплуатации?

21. Зачем при проектировании технологии получения уникальной литой или спеченной детали закладывается припуск на финишную механическую обработку?

22. Какие типы внутренних дефектов структуры материала считаются наиболее опасными для изделий, работающих в условиях высокой вибрации и усталостного нагружения?

23. Объясните разницу между субтрактивным, аддитивным и гибридным методами формообразования деталей.

24. Каким образом применение CALS-технологий помогает интегрировать различные этапы проектирования, испытаний и производства уникальной техники?

25. Опишите физико-механический смысл параметра «ударная вязкость» и объясните, почему он критически важен для деталей северного исполнения.

26. Какие факторы определяют выбор конкретной марки жаропрочного никелевого сплава для изготовления рабочих лопаток газотурбинных двигателей?

27. Объясните, почему для получения деталей с экстремальными свойствами часто требуется объединение нескольких различных технологий в единый гибридный комплекс.

Раздел 2. Аддитивные технологии

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Сформулируйте принципиальное физико-технологическое отличие метода селективного лазерного сплавления (SLM) от метода селективного лазерного спекания (SLS).

2. Опишите физические процессы, происходящие в ванне расплава при воздействии лазерного излучения на металлический порошок в ходе SLM-печати.

3. Почему в технологии электронно-лучевой плавки (EBM) рабочая камера всегда находится под глубоким вакуумом, в то время как в лазерных системах (SLM) используется защитный газ?

4. Перечислите основные причины возникновения высоких остаточных термических напряжений в металлических деталях в процессе аддитивного производства и укажите способы их минимизации.

5. С какой целью при проектировании технологического процесса 3D-печати металлами разрабатываются поддерживающие структуры (поддержки) и как они влияют на качество детали?

6. Опишите технологическую суть и особенности метода дуговой аддитивной наплавки проволокой по сравнению с порошковыми методами.

7. Какие дефекты макро- и микроструктуры наиболее характерны для изделий, полученных методом прямого подвода энергии и материала (DED/LMD), и как они влияют на прочность?

8. Опишите устройство, принцип работы и область применения технологии послойного наплавления пластиковой нити (FDM/FFF).

9. В чем заключается технологическая особенность процесса стереолитографии (SLA) и какие типы исходных материалов в ней используются?

10. Как дисперсность, сферичность и текучесть металлического порошка влияют на плотность и шероховатость поверхности готового изделия при печати на СЛС-принтере?

11. Опишите назначение и особенности финишной термической обработки (в частности, отжига для снятия напряжений) СЛС-изделий до их отделения от построечной платформы.

12. Объясните суть технологии струйного нанесения связующего (Binder Jetting) применительно к созданию металлических или керамических уникальных изделий.

13. Какие финишные операции (включая инфильтрацию и спекание) обязательны для деталей, выращенных методом Binder Jetting, для достижения конструкционной плотности?

14. Опишите, как ориентация детали на построечной платформе 3D-принтера влияет на анизотропию ее механических характеристик (предел прочности, пластичность).

15. Каковы преимущества и ограничения применения гибридных аддитивно-субтрактивных систем, объединяющих лазерную наплавку порошка и многоосевое фрезерование?

16. Объясните, как шаг сканирования (hatch spacing) и скорость движения лазерного луча влияют на производительность процесса и качество сплавления слоев.

17. Опишите технологию послойного синтеза крупногабаритных изделий методом лазерной наплавки металлической проволокой (WLMD) и ее основные преимущества перед наплавкой порошка.

18. Каким образом аддитивные технологии позволяют реализовывать концепцию «конформного охлаждения» при производстве уникальных литьевых пресс-форм?

19. Опишите требования к качеству защитной атмосферы (аргон или азот) в рабочей камере СЛС-установки и объясните, как содержание остаточного кислорода влияет на свойства титановых сплавов.

20. Какие технологические сложности возникают при попытке аддитивного производства изделий из высокоотражающих и высокотеплопроводных материалов, таких как чистая медь и алюминиевые сплавы?

21. В чем заключается суть и преимущество использования рентгеновской или компьютерной томографии для контроля внутренней геометрии и дефектов деталей с ячеистой структурой?

22. Каковы экологические аспекты и требования безопасности при работе с мелкодисперсными металлическими порошками (включая вопросы взрывопожароопасности и токсичности)?

23. Опишите процесс деподеризации (удаления несплавленного порошка) из внутренних скрытых полостей и каналов сложнопрофильного изделия после завершения цикла печати.

24. Какие факторы определяют шероховатость вертикальных, горизонтальных и наклонных (напряженных) поверхностей детали, выращенной методом SLM?

25. Объясните, почему для некоторых критически важных деталей аэрокосмического назначения после аддитивного производства применяется операция горячего изостатического прессования.

26. Сформулируйте основные правила технологического проектирования, которые необходимо учитывать инженеру при замене литой детали на печатную.

27. Опишите перспективы развития многолазерных и много порошковых систем аддитивного производства для получения уникальных многоматериальных изделий.

Раздел 3. Прецизионные литейные и сварочные технологии

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Сформулируйте основные физико-химические условия, необходимые для успешного протекания процесса направленной кристаллизации при получении монокристаллических отливок.

2. Опишите сквозную технологическую цепочку получения прецизионной отливки методом литья по выплавляемым моделям с применением 3D-печатных выжигаемых полимеров.

3. Каковы физические причины возникновения и методы предотвращения зональной химической ликвации в крупногабаритных уникальных слитках и отливках?

4. Объясните, за счет каких факторов вакуумно-индукционная плавка обеспечивает наивысшую степень чистоты сплавов по неметаллическим включениям и газам.

5. Опишите сущность, преимущества и область применения процесса центробежного прецизионного литья при получении тонкостенных уникальных деталей.

6. Какие технологические требования предъявляются к жаропрочным керамическим формам и стержням, используемым в процессах высокотемпературного направленного затвердевания?

7. Опишите физические основы и металлургические преимущества электронно-лучевой сварки при соединении толстостенных уникальных конструкций из тугоплавких металлов.

8. Почему при электронно-лучевой сварке глубина проплавления может многократно превышать ширину шва (эффект «кинжального» проплавления)?

9. Опишите особенности формирования микроструктуры и остаточных напряжений в зоне термического влияния при лазерной сварке высокопрочных легированных сталей.

10. В чем заключается технологическая сущность и преимущества сварки трением с перемешиванием при изготовлении уникальных конструкций из алюминиевых и магниевых сплавов?

11. Объясните, почему сварка трением с перемешиванием относится к твердофазным способам соединения и какие дефекты плавления она позволяет полностью исключить.

12. Опишите процесс диффузионной сварки в вакууме и укажите, какие параметры являются определяющими для получения равнопрочного соединения.

13. Каковы особенности проектирования и технологии сварки разнородных материалов (например, сталь-титан или металл-керамика) при создании уникальных гибридных узлов?

14. Опишите физические причины образования «горячих» трещин в сварных швах жаропрочных сплавов и предложите технологические методы борьбы с ними.

15. Что такое «полужидкое литье» и какие преимущества в структуре и свойствах уникальных изделий оно обеспечивает по сравнению с классическим литьем?

16. Опишите технологию литья под регулируемым давлением (низким давлением или вакуумным всасыванием) и объясните, как она влияет на заполняемость тонких элементов формы.

17. Каким образом ультразвуковое воздействие на кристаллизующийся расплав (или сварочную ванну) позволяет измельчить зерно и улучшить механические свойства материала?

18. Каковы особенности применения защитных флюсов и газов высокой чистоты при прецизионной аргонодуговой сварке (TIG) активных металлов (титана, циркония)?

19. Опишите принципы компьютерного моделирования литейных процессов (в программах класса ProCAST или LVMFlow) для

прогнозирования усадочных раковин и пористости в уникальных отливках.

20. Какие типы скрытых дефектов (такие как непровары, поры, шлаковые включения) наиболее характерны для прецизионных сварных соединений и какими методами неразрушающего контроля их выявляют?

21. Объясните назначение и металловедческую суть послесварочной термической обработки (ПСТО) для уникальных сварных металлоконструкций ответственного назначения.

22. Опишите технологические приемы, используемые для минимизации угловых и линейных сварочных деформаций при сборке и сварке крупногабаритных нестандартных изделий.

23. В чем заключаются особенности лазерно-дуговой (гибридной) сварки и какие преимущества она имеет перед раздельно применяемыми лазерной и дуговой сваркой?

24. Опишите, как скорость охлаждения расплава при литье в кокиль влияет на дисперсность дендритной структуры и твердость получаемой детали.

25. Сформулируйте основные критерии выбора между прецизионным литьем и прецизионной сваркой при решении задачи получения сложной монолитной конструкции в единичном экземпляре.

Раздел 3. Прецизионные литейные и сварочные технологии

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Объясните, почему для уникальных изделий, изготавливаемых методами аддитивного производства или прецизионного литья, классический разрушающий контроль образцов часто оказывается недостаточным.

2. Опишите физический принцип метода промышленной компьютерной томографии и укажите его преимущества при контроле деталей со сложной внутренней геометрией и ячеистыми структурами.

3. Каковы особенности применения ультразвукового контроля для изделий, полученных методом селективного лазерного сплавления (SLM), с учетом анизотропии их макроструктуры?

4. Опишите метод капиллярной дефектоскопии и объясните, какие типы дефектов уникальных изделий он позволяет выявить на финишных этапах обработки.

5. Объясните назначение и принцип работы координатно-измерительных машин (КИМ) при верификации геометрической точности нестандартных крупногабаритных деталей.

6. Как технологии лазерного 3D-сканирования и оптического оцифрования используются для контроля отклонений формы готового изделия от исходной CAD-модели?

7. Что такое «цифровой паспорт изделия» и какую информацию о материале, технологических режимах и контроле качества он должен в себя включать?

8. Опишите концепцию сквозного контроля качества.

9. Объясните роль систем компьютерного зрения и искусственного интеллекта в автоматизации процессов дефектоскопии сварных швов и литых заготовок.

10. Что понимается под «цифровой тенью» технологического процесса и чем она отличается от полноценного «цифрового двойника» уникального изделия?

11. Опишите, как методы машинного обучения помогают оптимизировать параметры технологического процесса без проведения сотен натурных экспериментов.

12. Опишите технологическую суть метода акустической эмиссии и объясните, как он применяется для мониторинга зарождения трещин в уникальных конструкциях во время их стендовых испытаний.

13. В чем заключаются сложности контроля шероховатости внутренних труднодоступных каналов (например, конформного охлаждения) и какие методы и приборы для этого используются?

14. Объясните концепцию PLM-систем как цифровой основы для интеграции данных контроля качества на всех этапах жизненного цикла уникального изделия.

15. Каким образом интеграция IoT-датчиков (интернета вещей) на технологическом оборудовании помогает предотвратить брак при финишной высокоточной механической обработке уникальных заготовок?

16. Опишите метод вихретокового контроля и укажите физические ограничения его применения при поиске поверхностных дефектов в немагнитных проводящих материалах.

17. Какие задачи решает компьютерное моделирование физических процессов контроля?

18. Объясните, как цифровая прослеживаемость исходных материалов влияет на общую надежность единичного изделия.

19. Каковы особенности метрологического обеспечения производств, выпускающих уникальную продукцию, где отсутствуют стандартные калибры и жесткие серийные допуски?

20. Опишите концепцию «предиктивного контроля качества» и объясните, как на основе анализа больших данных (Big Data) выявляется скрытый технологический брак.

21. Какие дефекты макроструктуры уникальных отливок можно выявить с помощью методов люминесцентной и магнитопорошковой дефектоскопии?

22. Объясните, как цифровые технологии реверс-инжиниринга (обратного проектирования) сочетаются с контролем качества при

воссоздании или модернизации изношенных уникальных импортных деталей.

23. Какие физические методы контроля используются для оценки толщины и адгезии уникальных защитных барьерных покрытий?

24. Объясните, почему автоматизированный анализ микроструктуры является важным элементом подтверждения соответствия свойств материала заданным требованиям.

25. Сформулируйте основные принципы построения единой цифровой экосистемы контроля качества на предприятии, ориентированном на выпуск высокотехнологичных уникальных изделий.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

Раздел 1. Введение в технологии уникальных изделий

1. Что является главным определяющим признаком «уникального изделия» в машиностроении и материаловедении?

а) Низкая себестоимость единицы продукции

б) Единичные или мелкосерийные объемы выпуска при крайне сложной геометрии или экстремальных свойствах

в) Изготовление исключительно из полимерных материалов

г) Возможность производства на стандартных универсальных токарных станках

2. К какому типу производства по классификации ГОСТ относится изготовление уникальных изделий?

а) Массовое производство

б) Крупносерийное производство

в) Единичное (индивидуальное) производство

г) Поточное производство

3. Какое technological ограничение традиционных методов (литья, штамповки) является ключевой причиной перехода к технологиям уникальных изделий?

а) Слишком высокая скорость охлаждения деталей

б) Высокая стоимость и длительность изготовления специальной формообразующей оснастки

в) Невозможность использования компьютерного проектирования

г) Высокая экологическая безопасность процессов

4. Что понимается под термином «функционально-градиентные материалы» (ФГМ)?

а) Материалы, которые меняют свой цвет при нагреве

б) Материалы с непрерывно или ступенчато изменяющимся химическим составом и свойствами по объему детали

в) Сплавы с абсолютно одинаковой структурой во всех направлениях

г) Исключительно чистые однокомпонентные металлы

5. Какое базовое свойство материала определяет его способность сохранять несущую способность при температурах выше 0,5 от температуры плавления?

а) Хладноломкость

б) Жаропрочность

в) Жидкотекучесть

г) Пластичность

6. Какая стадия проектирования уникального изделия является обязательной перед отправкой цифровой модели на технологическое оборудование?

а) Прочностной и технологический компьютерный анализ (CAE/FEA)

б) Ручное изготовление деревянного макета изделия

в) Химическое травление поверхности заготовки

г) Термический наклеп материала

7. Что означает термин «топологическая оптимизация» при проектировании уникальных деталей?

а) Изменение химического состава сплава для улучшения свариваемости

б) Математический метод перераспределения материала в заданном объеме для получения минимальной массы при сохранении прочности

в) Расчет стоимости логистики готового изделия до заказчика

г) Определение точных географических координат производства

8. Какой тип дефектов структуры материала наиболее критичен для уникальных изделий, работающих в условиях циклических нагрузок?

а) Изолированные закрытые поры в нейтральной зоне

б) Внутренние и поверхностные микротрещины (концентраторы напряжений)

в) Равномерное мелкодисперсное выделение вторых фаз

г) Высокая плотность дислокаций после наклепа

9. Какое главное экономическое преимущество дает применение CALS/PLM-технологий при создании единичных изделий?

а) Полный отказ от использования металлических сплавов

б) Снижение затрат на оплату труда за счет ликвидации конструкторских бюро

в) Управление жизненным циклом изделия и сокращение сроков его вывода на рынок без бумажного документооборота

г) Возможность повторного использования литейной земли

10. Какой нормативный документ (стандарт) определяет общие требования к аддитивному производству и классификацию его процессов на международном уровне?

а) ISO/ASTM 52900

б) DIN 911

в) ГОСТ 2.105

г) ASME Y14.5

11. Что такое «цифровой двойник» (Digital Twin) технологического процесса получения изделия?

а) Отсканированная копия бумажного паспорта детали

б) Виртуальная математическая модель реального процесса, моделирующая физику, напряжения и дефекты в реальном времени

в) Фотография готового изделия на складе

г) Дублирующий станок на случай поломки основного

12. Какое физическое явление ограничивает применение обычных сталей в качестве материалов для уникальных изделий криогенной техники?

а) Температурное расширение

б) Хладноломкость (резкое падение ударной вязкости при низких температурах)

в) Ползучесть металла

г) Сверхпластичность

13. В чем заключается концепция «Индустрии 4.0» применительно к созданию уникальной техники?

а) Переход от паровых двигателей к электрическим

б) Внедрение сквозной цифровизации, интернета вещей (IoT), киберфизических систем и гибких автоматизированных производств

в) Полный возврат к ручному труду высококвалифицированных ремесленников

г) Использование только четырех базовых конструкционных материалов

14. Какое соотношение прочности и массы материала называется «удельной прочностью»?

а) Предел прочности, деленный на модуль упругости

б) Предел прочности, деленный на плотность материала

в) Твердость по Бринеллю, умноженная на объем детали

г) Отношение массы детали к площади ее поверхности

15. Какая структура материала обеспечивает наивысшее сопротивление ползучести при экстремально высоких температурах?

а) Мелкозернистая равноосная структура

б) Монокристаллическая или направленно-кристаллизованная структура

в) Аморфная (метастабильная) структура

г) Слоистая структура после холодной прокатки

16. Что из перечисленного относится к понятию «критические технологии» при создании уникальной продукции?

а) Технологии массовой штамповки метизов

б) Прорывные, наукоемкие технологии, определяющие национальную безопасность и технологическую независимость

в) Методы ручной дуговой сварки плавящимся электродом

г) Способы окраски поверхностей жидкими эмалями

17. Какой метод контроля качества является наиболее предпочтительным для уникальных готовых изделий из-за их высокой стоимости и единичного экземпляра?

а) Разрушающий контроль (испытание образцов на разрыв)

б) Метод сквозного прокола

в) Неразрушающий контроль (компьютерная томография, ультразвук, рентген)

г) Контроль методом случайной выборки партии

18. Какое явление называется «ползучестью» (крипом) материалов?

а) Быстрое разрушение при ударном воздействии

б) Медленная непрерывная пластическая деформация под действием постоянного напряжения при высоких температурах

в) Изменение магнитных свойств при трении

г) Окисление поверхности металла на открытом воздухе

19. При проектировании уникальных изделий авиационной техники ключевым весовым критерием является:

а) Стремление увеличить толщину всех стенок для запаса прочности

б) Минимизация веса конструкции при строгом сохранении жесткости и эксплуатационной надежности

в) Использование только тяжелых вольфрамовых сплавов

г) Полный отказ от внутренних пустот и каналов

20. Что является главным недостатком использования композиционных материалов в уникальных конструкциях по сравнению с металлами?

а) Низкая удельная прочность

б) Сложность диагностики скрытых внутренних дефектов (расслоений) и высокая анизотропия свойств

в) Слишком малый удельный вес

г) Высокая пластичность при комнатной температуре

21. Какое направление в материаловедении занимается созданием материалов, способных реагировать на внешние раздражители (свет, электрическое поле, давление)?

а) Порошковое материаловедение

б) «Умные» или интеллектуальные материалы (Smart materials)

в) Черная металлургия

г) Традиционное материаловедение

22. Какое свойство титановых сплавов делает их незаменимыми для уникальных медицинских имплантатов?

а) Высокая магнитная восприимчивость

б) Высокая биосовместимость и коррозионная стойкость в средах человеческого организма

в) Низкая температура плавления

г) Высокая теплопроводность

23. Какая концепция производства описывается фразой «от компьютерной модели (CAD) непосредственно к готовой детали»?

а) Субтрактивное классическое производство

б) Прямое цифровое производство (Digital Manufacturing)

в) Ремонтное производство по чертежам

г) Конвейерное производство

24. Что понимается под «жизненным циклом изделия» (PLM) в контексте современных инженерных технологий?

а) Время от начала работы станка до момента его выключения

б) Период от зарождения идеи, проектирования и производства до эксплуатации и утилизации изделия

в) Гарантийный срок службы детали, указанный в паспорте

г) Время кристаллизации жидкого металла в форме

25. Какое физико-механическое свойство характеризует способность материала поглощать энергию при деформации и разрушении под действием ударной нагрузки?

а) Твердость

б) Ударная вязкость

в) Предел текучести

г) Модуль сдвига

26. Почему аморфные металлы (металлические стекла) часто относят к материалам для уникальных изделий?

а) Они имеют стандартную кубическую кристаллическую решетку

б) Они обладают уникальным сочетанием высокой прочности, коррозионной стойкости и магнитных свойств из-за отсутствия кристаллической структуры

в) Их легко получать методами медленного охлаждения в землю

г) Они состоят только из силикатного стекла

27. Какой геометрический параметр детали сложнее всего обеспечить при использовании традиционных методов субтрактивной обработки (фрезерования) уникальных заготовок?

а) Наружный диаметр цилиндра

б) Внутренние закрытые полости сложной формы и глубокие поднутрения

в) Плоскостность верхней грани

г) Длину прямолинейного паза

28. Что такое «концентратор напряжений» в конструкции уникального изделия?

а) Специальный датчик для измерения давления

б) Резкое изменение формы детали (выточка, отверстие, трещина), вызывающее местное повышение внутренних напряжений

в) Участок детали с максимальной толщиной стенки

г) Приспособление для термической обработки

29. Какое преимущество дает использование монокристаллических материалов перед поликристаллическими?

а) Низкая стоимость получения

б) Полное отсутствие межзеренных границ, что исключает диффузионную ползучесть по границам зерен

в) Высокая скорость механической обработки резанием

г) Возможность легкой деформации ковкой при комнатной температуре

30. Что изучает дисциплина «Технологии получения уникальных изделий» на стыке наук?

а) Исключительно экономику и менеджмент машиностроительных предприятий

б) Синергию передового материаловедения, цифрового проектирования (CAD/CAE) и инновационных методов формообразования

в) Только методы ручной художественной ковки и литья

г) Процессы стандартизации канцелярских товаров

Раздел 2. Аддитивные технологии

1. Какое физическое явление используется в технологии SLA (стереолитография) для превращения жидкого полимера в твердое тело?

а) Термическое спекание

б) Фотоинициированная полимеризация

в) Диффузионная сварка

г) Капиллярное прессование

2. Как влияет увеличение толщины слоя при SLS-печати на характеристики готового изделия?

а) Повышает точность и снижает шероховатость поверхности

б) Увеличивает производительность построения, но ухудшает шероховатость и точность

в) Полностью устраняет анизотропию механических свойств

г) Снижает остаточные термические напряжения до нуля

3. Какая из приведенных аддитивных технологий относится к категории «струйное нанесение материала» (Material Jetting)?

а) DOD (Drop-on-Demand / струйная печать каплями воска или фотополимера)

б) SLM (Селективное лазерное сплавление)

в) WAAM (Дуговая аддитивная наплавка)

г) SLS (Селективное лазерное спекание)

4. Что означает термин «усталостная прочность» применительно к SLS-деталям и почему она ниже без финишной обработки?

а) Способность детали выдерживать статические нагрузки; она ниже из-за химического состава

б) Сопротивление разрушению при циклических нагрузках; она ниже из-за высокой поверхностной шероховатости и пор (концентраторов напряжений)

в) Способность детали не плавиться при нагреве; она ниже из-за структуры зерна

г) Твердость поверхностного слоя, которая снижается из-за защитного газа

5. При использовании технологии EBM (электронно-лучевая плавка) металлический порошок в камере:

а) Находится в свободном сыпучем состоянии на протяжении всей печати

б) Слегка подпекается (semi-sintered) в единый блок за счет предварительного сканирования электронным пучком

в) Склеивается органическим связующим веществом

г) Смачивается специальным охлаждающим маслом

6. Что понимается под стратегией сканирования «шахматный порядок» (chessboard или island strategy) при лазерном сплавлении?

а) Перемещение лазера строго по периметру детали без закрашивания внутренних областей

б) Разделение площади сечения детали на небольшие квадраты (сектора) со сменой направления штриховки для снижения остаточных напряжений

в) Печать двух деталей одновременно в разных углах платформы

г) Использование лазеров разной мощности для центра и краев детали

7. Какая аддитивная технология использует ультразвуковые колебания для послойного соединения металлических лент или фольги?

а) UAM (Ultrasonic Additive Manufacturing)

б) EBM (Electron Beam Melting)

в) Binder Jetting

г) SLS (Selective Laser Sintering)

8. Что такое «инфильтрация» (infiltration) в контексте аддитивного метода Binder Jetting?

а) Процесс удаления остатков клея в вакуумной печи

б) Заполнение остаточных пор в спеченной заготовке легкоплавким металлом (например, бронзой) для достижения 100% плотности

в) Очистка детали от металлической пыли сжатым воздухом

г) Покрытие готовой детали слоем износостойкого лака

9. Какая технологическая проблема СЛС-печати называется «переплавом» (over-melting) нависающих элементов?

а) Недостаточная мощность лазера, из-за чего слои не соединяются

б) Избыточное проплавление материала вглубь зоны свободного порошка под нависанием из-за его низкой теплопроводности

в) Быстрое испарение легирующих элементов из ванны расплава

г) Отрыв детали от металлической плиты построения

10. В многолазерных СЛС-системах зона «перекрытия» (overlap zone) — это область, где:

а) Сплавляются порошки двух разных химических составов

б) Работают зоны действия нескольких лазеров, требующая точной оптической калибровки во избежание дефектов

в) Поддержки соединяются с телом основной детали

г) Платформа построения стыкуется со стенками рабочей камеры

11. Какой лазер чаще всего применяется в промышленных СЛС-установках для сплавления порошков нержавеющих сталей, титановых и никелевых сплавов?

а) Углекислотный CO2-лазер (длина волны 10,6 мкм)

б) Иттербиевый волоконный лазер (длина волны около 1,06 мкм)

в) Гелий-неоновый лазер

г) Рубиновый твердотельный лазер

12. Зачем в аддитивном производстве пластмасс методом FDM (FFF) используется подогрев рабочей камеры (камеры построения)?

а) Чтобы ускорить плавление пластикового филамента в экструдере

б) Чтобы уменьшить температурный градиент, снизить усадку и предотвратить деламинацию (расслоение) слоев пластика

в) Чтобы защитить электронные компоненты принтера от перегрева

г) Чтобы полностью исключить токсичные выделения от пластика

13. Что происходит с несплавленным металлическим порошком после окончания цикла печати в технологиях класса PBF (порошковая постель)?

а) Он полностью утилизируется (выбрасывается) как не подлежащий повторному использованию

б) Он собирается, просеивается через сито для удаления крупных конгломератов и возвращается в цикл производства (рециркуляция)

в) Он растворяется в камере с помощью химических реагентов

г) Он автоматически сплавляется в монолитный блок для удобства очистки камеры

14. Метод СЛС-печати «down-skin» относится к обработке:

а) Самых верхних горизонтальных поверхностей детали

б) Нижних наклонных или горизонтальных поверхностей детали, обращенных к порошковой постели

в) Внутренних вертикальных отверстий малого диаметра

г) Боковых стенок поддерживающих структур

15. Какое финишное механическое воздействие часто применяется к аддитивным металлическим деталям для улучшения их шероховатости и наведения сжимающих напряжений?

а) Пятиосевое фрезерование на высоких скоростях

б) Дробеструйная или галтовочная обработка

в) Электроэрозионная прошивка

г) Ультразвуковая очистка в спиртовом растворе

16. Какой дефект геометрии называется «деламинацией» (delamination) в аддитивных процессах?

а) Образование мелких сквозных пор из-за растворенных газов

б) Межслойное расслоение (разделение соседних выращенных слоев) под действием внутренних напряжений

в) Изменение круглости цилиндрических отверстий

г) Прилипание лишнего порошка к вертикальным стенкам детали

17. Как диаметр пятна лазерного луча (laser spot size) влияет на процесс селективного лазерного сплавления?

а) Чем больше пятно, тем выше точность изготовления мелких элементов

б) Меньший диаметр пятна обеспечивает более высокую точность и разрешение печати, но снижает производительность заполнения больших объемов

в) Диаметр пятна влияет только на температуру подогрева платформы

г) Диаметр пятна должен быть строго равен толщине наносимого слоя порошка

18. Какая технология аддитивного производства позволяет создавать крупногабаритные элементы ракетных двигателей методом лазерного сплавления металлической проволоки в среде аргона?

а) SLS

б) WLMD (Wire Laser Material Deposition)

в) Binder Jetting

г) Stereolithography

19. Термин «Keyhole mode» (режим замочной скважины) при лазерном сплавлении металлов описывает:

а) Оптимальный режим с минимальным проплавлением порошка

б) Режим глубокого проплавления с испарением металла в центре ванны расплава из-за избыточной плотности энергии лазера

в) Процесс создания сквозного технологического отверстия в платформе

г) Способ блокировки защитной двери рабочей камеры принтера

20. Какое технологическое ограничение накладывает метод FDM (FFF) на геометрию деталей по сравнению с порошковыми методами PBF?

а) Невозможность печати изделий с толщиной стенки более 2 мм

б) Строгая необходимость использования поддержек для любых углов нависания менее 45-50 градусов от горизонтали

в) Возможность печати только идеально круглых в сечении объектов

г) Полный запрет на создание внутренних незаполненных полостей

21. С какой целью при подготовке управляющей программы для 3D-принтера выполняется операция «слайсинга» (slicing)?

а) Для расчета стоимости затраченного металлического порошка

б) Для рассечения трехмерной CAD-модели на множество плотных двухмерных слоев заданной толщины

в) Для автоматического изменения химического состава сплава

г) Для проверки прочности детали методом конечных элементов

22. Какое свойство металлического порошка характеризует параметр «текучесть» (flowability) и почему он важен?

а) Способность порошка растворяться в жидких средах при очистке детали

б) Способность порошка легко и равномерно насыпаться, формируя однородный слой без комков под действием силы тяжести

в) Температура, при которой порошок переходит в жидкое состояние

г) Скорость испарения влаги с поверхности частиц порошка

23. Каким методом чаще всего отделяют готовую металлическую деталь от платформы построения после завершения СЛС-печати и термообработки?

а) Срубанием с помощью слесарного молотка и зубила

б) Электроэрозионной резкой проволокой (Wire EDM)

в) Разогревом платформы до температуры плавления соединительного шва

г) Химическим растворением плиты в кислотных ваннах

24. Технология аддитивного производства «Sheet Lamination» (послойное ламинирование) использует в качестве исходного материала:

а) Мелкодисперсные пасты и суспензии

б) Листовые материалы (фольгу, бумагу, тканые полотна)

в) Сферические гранулы термопластов

г) Сжатый газообразный азот

25. Что такое «критическое нависание» (critical overhang) при проектировании деталей под аддитивное производство?

а) Максимальная высота детали, которую способен вместить принтер

б) Угол наклона поверхности к горизонту, ниже которого печать без поддерживающих структур становится невозможной из-за брака

в) Превышение допустимой массы порошка на платформе построения

г) Скорость деформации поддерживающих элементов при остывании

26. Как влияет предварительный высокотемпературный подогрев слоя порошка в технологии ЕВМ на механические свойства деталей?

а) Приводит к образованию хрупкой мартенситной структуры

б) Минимизирует остаточные напряжения, исключает коробление и позволяет получать детали с более равновесной структурой прямо из камеры

в) Снижает прочность сцепления слоев между собой

г) Увеличивает количество внутренних газовых пор в теле детали

27. Что понимается под параметром «энергетическая плотность» (energy density) при настройке процесса лазерного сплавления?

а) Суммарное потребление электроэнергии всей СЛС-установкой за один час работы

б) Количество энергии лазера, приходящееся на единицу объема или площади сканируемого порошка (зависит от мощности, скорости, шага и толщины слоя)

в) Мощность лазера, деленная на общую массу засыпанного в бункер порошка

г) Емкость аккумуляторных батарей блока бесперебойного питания принтера

Раздел 3. Прецизионные литейные и сварочные технологии

1. Для чего нужен специальный хвостик-спираль (селектор) в литейной форме?

а) Чтобы измерять температуру жидкого металла

б) Чтобы пропустить внутрь формы только один кристаллик и получить монокристалл

в) Чтобы металл не выливался обратно

г) Чтобы деталь остывала медленнее

2. Почему литье по выплавляемым моделям на 3D-принтере выгодно для уникальных (одиночных) деталей?

а) Не нужно тратить много времени и денег на изготовление железных пресс-форм

б) Металл после этого не нужно красить

в) Этот метод позволяет плавить металл без нагрева

г) Детали получаются намного тяжелее

3. Что происходит с металлом при «ликвации» в большой отливке?

а) Металл полностью испаряется

б) Химические элементы распределяются неравномерно по объёму детали

в) Деталь уменьшается в размерах в два раза

г) Металл превращается в стекло

4. Зачем металл для ответственных деталей плавят в вакууме?

а) Чтобы металл не остывал во время заливки

б) Чтобы очистить его от вредных газов и не дать ему сгореть (окислиться) на воздухе

в) Чтобы ускорить процесс плавки в несколько раз

г) Чтобы форма для литья стала мягкой

5. Что делает центробежное литье с жидким металлом?

а) Металл превращается в порошок

б) Сила прижимает металл к стенкам, вытесняя газы и пустоты наружу, делая деталь плотной

в) Металл мгновенно замерзает

г) Химический состав металла полностью меняется

6. Каким свойством должен обладать внутренний керамический стержень, который делает пустоты внутри литой детали?

а) Он должен быть пластичным как пластилин

б) Он должен легко растворяться в специальном растворе после остывания металла

в) Он должен гореть ярким пламенем

г) Он должен остаться внутри детали навсегда

7. Почему электронно-лучевая сварка делает очень глубокий и узкий шов?

а) Из-за использования специального клея

б) Из-за огромной концентрации энергии луча, который буквально пробивает металл насквозь

в) Потому что сварка идет на открытом воздухе

г) Потому что детали перед этим сильно охлаждают

8. Почему электронно-лучевую сварку титана проводят в вакуумной камере?

а) Чтобы детали не разлетались в стороны

б) Чтобы защитить горячий титан от воздуха, иначе он наберет газов и станет хрупким как стекло

в) Чтобы лазерный луч не ослепил сварщика

г) Чтобы металл не прилипал к столу

9. Что может случиться со стальным сварным швом, если его резко охладить сразу после сварки?

а) Он станет слишком мягким и потечет

б) В нем образуется хрупкая структура (мартенсит), и шов может треснуть

в) Он поменяет свой вес

г) Ничего не изменится

10. Как соединяются детали при сварке трением с перемешиванием?

а) Металл плавят мощной дугой

б) Специальный инструмент крутится и разминает металл до состояния пластилина без расплавления

в) Детали склеивают полимерным клеем

г) Используют ультразвуковой лазер

11. Какая главная сложность возникает, если сваривать вместе сталь и титан?

а) Они имеют одинаковый цвет

б) В месте стыка образуются очень хрупкие соединения, и деталь легко ломается

в) Титан слишком тяжелый по сравнению со сталью

г) Сталь невозможно нагреть до температуры плавления титана

12. Почему в сварных швах жаропрочных сплавов могут появиться «горячие трещины»?

а) Из-за слишком низкой температуры сварки

б) Из-за того, что при остывании между кристаллами остаются тонкие жидкие прослойки, которые рвутся

в) Из-за попадания воды в сварочную ванну

г) Из-за использования защитного газа аргона

13. За счет чего свариваются металлы при диффузионной сварке в вакууме?

а) За счет полного расплавления обеих деталей

б) За счет плотного сжатия и взаимного проникновения (диффузии) атомов при сильном нагреве

в) За счет использования присадочной проволоки

г) За счет резкого удара молотом

14. Что такое «полужидкое литье»?

а) Когда металл заливают наполовину с водой

б) Когда металл перед заливкой похож на густую кашу из жидкой части и круглых твердых частиц

в) Когда металл застывает только снаружи

г) Когда плавка идет при комнатной температуре

15. Какое главное преимущество у литья под низким давлением?

а) Можно использовать самые дешевые формы

б) Металл поднимается в форму плавно и спокойно, не захватывая воздух и не создавая пористости

в) Отливка получается очень грязной

г) Процесс идет без нагрева металла

16. Что делает ультразвук, если направить его в жидкий застывающий металл?

а) Металл начинает кипеть и испаряться

б) Он измельчает крупные кристаллы, делает структуру плотной и убирает газы

в) Металл перестает застывать

г) Он делает деталь пористой как губка

17. Зачем инженеры используют компьютерные программы (например, ProCAST) перед заливкой металла в форму?

а) Чтобы посчитать зарплату рабочих

б) Чтобы заранее увидеть, где в детали появятся пустоты, поры или трещины

в) Чтобы запустить работу плавильной печи

г) Чтобы автоматически покрасить готовую деталь

18. Каким методом ищут трещины на поверхности готовой металлической детали с помощью специальной красящей жидкости?

а) Ультразвуковым методом

б) Капиллярным методом (цветной дефектоскопией)

в) Рентгеновским методом

г) Магнитным методом

19. Что делают с готовой сварной деталью во время послесварочной термической обработки (термообработки)?

а) Ее красят в термопечи

б) Ее нагревают и медленно охлаждают, чтобы снять опасные внутренние напряжения и улучшить шов

в) Ее резко бросают в ледяную воду

г) Ее уменьшают в размерах под чертеж

20. Как литье в кокиль влияет на структуру металла по сравнению с литьем в песок?

а) Металл остывает медленнее, зерно растет крупным

б) Металл остывает быстрее, зерно получается мелким и прочным

в) В металле появляется много крупных пустот

г) Металл полностью теряет прочность

21. Как гибридная лазерно-дуговая сварка помогает улучшить процесс?

а) Она использует два разных защитных газа

б) Она объединяет лазер и дугу, позволяя варить толстый металл на большой скорости и закрывать зазоры

в) Она исключает нагрев металла

г) Она позволяет варить вообще без электричества

22. Зачем при сварке используют защитный флюс (порошок, который засыпают на шов)?

а) Чтобы шов быстрее остыл

б) Чтобы защитить жидкий металл от воздуха и помочь шву ровно сформироваться

в) Чтобы увеличить вес детали

г) Чтобы очистить станок от грязи

23. Что такое эффект Марангони в сварочной ванне?

а) Это налипание брызг металла на горелку

б) Это бурное движение (перемешивание) жидкого металла в ванне из-за разницы температур и поверхностного натяжения

в) Это процесс замерзания шва

г) Это выделение дыма при горении дуги

24. В каком случае выгодно собрать сложную деталь с помощью сварки, а не отливать ее целиком?

а) Когда деталь должна быть абсолютно без единого шва

б) Когда деталь огромная и сложная, и делать для нее гигантскую литейную форму слишком дорого и долго

в) Когда деталь делается из пластика

г) Когда на заводе нет плавильных печей

25. Что помогает уменьшить коробление во время сварки?

а) Сварка на самой максимальной скорости без закрепления

б) Закрепление деталей в жестком приспособлении и сварка короткими участками по очереди

в) Постоянный полив сварочной ванны водой

г) Увеличение толщины сварочной проволоки в два раза

Раздел 4. Контроль качества и цифровизация

1. Почему для проверки качества уникальной (одиночной) детали нельзя просто отрезать от нее кусок и сломать его в лаборатории?

а) Отрезанный кусок невозможно будет приварить обратно без потери прочности

б) Деталь изготовлена в единственном экземпляре, и после разрушения придется делать её заново

в) Лабораторные прессы не могут ломать современные металлические сплавы

г) Это запрещено правилами пожарной безопасности на заводе

2. Какой метод позволяет заглянуть внутрь напечатанной на 3D-принтере детали со сложными внутренними каналами и увидеть скрытые поры?

а) Промышленная компьютерная томография (рентген-сканирование)

б) Осмотр детали через обычную лупу

в) Простукивание детали слесарным молотком

г) Окрашивание детали масляной краской

3. Что такое «цифровой паспорт» уникальной детали?

а) Фотография готового изделия, сохраненная на компьютере директора

б) Электронный файл, где собрана вся история создания детали: от порошка и режимов плавки до результатов всех проверок

в) Отсканированная копия трудовой книжки инженера-разработчика

г) Инструкция по упаковке детали в деревянный ящик

4. Как лазерный 3D-сканер помогает проверить правильность размеров готовой сложной детали?

а) Он нагревает деталь, чтобы она расширилась до нужного размера

б) Он обсчитывает форму детали лазером и сравнивает получившуюся компьютерную модель с идеальным исходным чертежом

в) Он автоматически срезает лишний металл с поверхности

г) Он определяет точный химический состав сплава

5. Зачем на современном заводе инженеры создают «цифровой двойник» сложного процесса литья или сварки?

а) Чтобы показывать его посетителям и студентам на экскурсиях

б) Чтобы на виртуальной модели заранее проверить физику процесса, найти ошибки и избежать брака на реальном станке

в) Чтобы компьютер работал в два раза быстрее

г) Чтобы заменить всех рабочих на заводе компьютерными программами

6. Каким методом ищут микротрещины на поверхности металла с помощью специального набора из яркой краски и проявителя?

а) Ультразвуковым методом

б) Капиллярным методом (цветной дефектоскопией)

в) Рентгеновским методом

г) Магнитным методом

7. Для чего при проверке готовых изделий используют координатно-измерительные машины (КИМ) со специальным тонким щупом?

а) Для проверки твердости материала при сильном нажатии

б) Для высокоточного измерения физических размеров и отклонений геометрии детали

в) Для очистки внутренних каналов от остатков порошка

г) Для нанесения серийного номера на корпус детали

8. Зачем инженеры используют искусственный интеллект (компьютерное зрение) при проверке качества сварных швов?

а) Чтобы компьютер сам управлял сварочным аппаратом

б) Чтобы программа мгновенно и без усталости находила дефекты на рентгеновских снимках или видео вместо человека

в) Чтобы снизить затраты на электроэнергию

г) Чтобы автоматически переводить чертежи на иностранные языки

9. Что понимается под «цифровой прослеживаемостью» материалов на производстве?

а) Возможность узнать точный путь порошка или металла от завода-изготовителя до конкретной готовой детали

б) Измерение веса порошка при помощи электронных весов

в) Запись видеоролика о том, как засыпают порошок в бункер

г) Поиск потерявшихся деталей на складе при помощи металлоискателя

10. Какой метод контроля основан на прослушивании звуковых микро-щелчков, которые издает металл при зарождении внутри него трещины под нагрузкой?

а) Метод акустической эмиссии

б) Вихретоковый контроль

в) Капиллярный метод

г) Оптическая микроскопия

11. В чем сложность проверки качества ультразвуком деталей, напечатанных на 3D-принтере, по сравнению со стандартным прокатом?

а) Металл после 3D-принтера не проводит ультразвуковые волны

б) Из-за послойного выращивания структура металла неодинакова в разных направлениях, что сильно искажает ультразвуковой сигнал

в) Ультразвуковые приборы слишком тяжелые для таких деталей

г) Печатные детали имеют слишком высокую температуру

12. Зачем инженеры измеряют остаточные напряжения в металле после лазерной печати с помощью рентгеновских лучей (метод XRD)?

а) Чтобы проверить, защищает ли деталь от радиации

б) Чтобы узнать, не начнет ли деталь сама по себе скручиваться или трескаться после снятия с платформы

в) Чтобы изменить внутренний химический состав сплава

г) Чтобы сделать поверхность металла зеркальной

13. Что такое «реверс-инжиниринг» (обратное проектирование) в цифровом производстве?

а) Процесс утилизации сломанной детали в плавильной печи

б) Сканирование готовой (часто изношенной) детали для создания её точной компьютерной модели и последующего производства

в) Печать детали в зеркальном отображении

г) Проверка прочности детали при помощи тяжелого пресса

14. Для чего нужна PLM-система при создании сложной техники?

а) Для автоматического расчета заработной платы сотрудников бухгалтерии

б) Для объединения всех цифровых данных о детали — от первой идеи и чертежа до производства, проверок и утилизации — в единой базе

в) Для управления движением погрузчиков на территории завода

г) Для контроля температуры в производственных помещениях

15. Какой метод контроля использует магнитное поле и специальный порошок для поиска скрытых трещин прямо под поверхностью стальной детали?

а) Капиллярный контроль

б) Магнитопорошковый контроль

в) Рентгеновская томография

г) Визуальный осмотр через микроскоп

16. Какая главная трудность возникает при проверке качества очень маленьких внутренних каналов (например, охлаждения) внутри литой детали?

а) Внутренние каналы всегда имеют слишком большой вес

б) Туда невозможно заглянуть глазами или дотянуться обычным измерительным прибором без разрушения детали

в) Металл внутри каналов имеет другой химический состав

г) Внутренние каналы всегда заполнены жидким металлом

17. Зачем на современном высокоточном станке ЧПУ устанавливают множество IoT-датчиков (интернета вещей)?

а) Чтобы рабочие могли заходить в интернет во время смены

б) Чтобы в реальном времени следить за вибрацией, нагревом и износом инструмента во избежание поломки уникальной детали

в) Чтобы станок автоматически включал музыку при работе

г) Чтобы отправлять отчеты о работе станка

18. Каким прибором измеряют шероховатость доступных поверхностей уникального изделия?

а) Профилометром

б) Пирометром

в) Твердомером

г) Дифрактометром

19. Что такое «цифровая металлография»?

а) Процесс плавки металла в электронной печи

б) Исследование структуры металла под микроскопом с выводом изображения на компьютер и автоматическим анализом размера зерен и дефектов

в) Рисование чертежей деталей на графическом планшете

г) Покрытие металла защитным слоем цифрового лака

20. Каким методом проверяют качество прилегания и толщину защитных керамических покрытий на лопатках турбин?

а) Взвешиванием на кухонных весах

б) Оптическими, вихретоковыми или ультразвуковыми методами неразрушающего контроля

в) Процарапыванием покрытия стальным напильником

г) Промывкой детали в мыльной воде

21. Что помогает инженерам настроить параметры 3D-печати без проведения сотен дорогих живых тестов?

а) Машинное обучение (нейросети), обученные на основе данных прошлых успешных и неуспешных плавок

б) Использование более дешевого пластикового порошка вместо металлического

в) Интуиция и опыт самого старого рабочего на заводе

г) Обычный калькулятор

22. Почему для уникального производства не подходят жесткие стандарты массового производства?

а) Уникальные детали стоят слишком дешево, чтобы тратить время на их проверку

б) Каждая уникальная деталь делается в единственном экземпляре, и проверять нужно абсолютно каждое изделие

в) На уникальном производстве нет квалифицированных контролеров

г) Массовые стандарты запрещено использовать на территории России

23. Каким прибором измеряют температуру жидкого металла в печи на расстоянии, без прямого контакта с расплавом?

а) Оптическим пирометром

б) Обычным ртутным термометром

в) Штангенциркулем

г) Микроскопом

24. Что такое «цифровая тень» (Digital Shadow) технологического процесса?

а) Это точный чертеж станка, выполненный в карандаше

б) Это поток данных со станков, который показывает, что происходило на самом деле, но в отличие от «двойника» не умеет управлять процессом обратно

в) Это тень, которую отбрасывает 3D-принтер при ярком освещении

г) Это копия управляющей программы, сохраненная на флешке

25. Для чего проводят автоматизированный контроль химического состава порошка перед каждой засыпкой в 3D-принтер?

а) Чтобы проверить, не изменился ли цвет порошка

б) Чтобы убедиться, что порошок не загрязнен примесями, которые могут испортить прочность будущей уникальной детали

в) Чтобы определить точный размер частиц порошка

г) Чтобы порошок не прилипал к стенкам бункера

26. Какой дефект геометрии литой детали можно легко обнаружить при помощи обычного визуально-оптического контроля?

а) Межкристаллитную коррозию глубоко внутри металла

б) Крупные наружные раковины, недоливы и поверхностные трещины

в) Внутренние микронапряжения в кристаллической решетке

г) Точный процент содержания углерода в сплаве

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Оценивание обучающегося на экзамене

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных оценочными средствами по дисциплине