

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Комплект контрольно-оценочных средств  
по учебной дисциплине**

**ОП.05 Материаловедение**

---

*(код и название дисциплины)*

**программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

---

*(код и название специальности)*

Санкт-Петербург  
2025 г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Паспорт КОС УД
2. Спецификация оценочных средств
3. Варианты оценочных средств

# 1. ПАСПОРТ

## КОС по УД ОП.05 Материаловедение

(код и название дисциплины)

### 1.1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.05 Материаловедение.

КОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме контрольной работы (3 семестр), диф.зачета (4 семестр).

КОС разработаны в соответствии с:

образовательной программой СПО по специальности 13.02.02 Тепло-снабжение и теплотехническое оборудование;

программы учебной дисциплины ОП.05 Материаловедение.

### 1.2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Наименование элемента умений/знаний	Основные показатели оценки результатов
У1	определять твердость материалов	правильное применение умения при выполнении практических заданий
У2	определять геометрические размеры деталей с помощью различных измерительных инструментов	правильное применение умения при выполнении практических заданий
У3	подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации	правильное применение умения при выполнении практических заданий
У4	подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием) для изготовления различных деталей	правильное применение умения при выполнении практических заданий
З1	основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов	грамотное владение материалом
З2	особенности строения металлов и сплавов	грамотное владение материалом
З3	закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов	грамотное владение материалом
З4	методы измерения параметров	грамотное владение мате-

	и определения свойств материалов	риалом
35	виды механической, химической и термической обработки металлов и сплавов	грамотное владение материалом
36	сущности технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием	грамотное владение материалом
37	основные свойства полимеров и их использование	грамотное владение материалом
38	свойства смазочных и абразивных, прокладочных и уплотнительных материалов	грамотное владение материалом

### 1.3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля

Код и наименование элемента умений или знаний	Виды аттестации	
	<i>Текущий контроль</i>	<i>Промежуточная аттестация</i>
У1 определять твердость материалов	Оценка результата выполнения практических работ	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
У2 определять геометрические размеры деталей с помощью различных измерительных инструментов	Оценка результата выполнения практических работ	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
У3 подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации	Оценка результата выполнения практических работ	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
У4 подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием) для изготовления различных деталей	Оценка результата выполнения практических и лабораторных работ	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
З1 основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов	Оценка выполнения практического задания	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
З2 особенностей строения металлов и	Устный опрос	Контрольная

сплавов		работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
33 закономерностей процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов	Устный опрос	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
34 методов измерения параметров и определения свойств материалов	Оценка выполнения практического задания	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
35 видов механической, химической и термической обработки металлов и сплавов	Устный опрос	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
36 сущности технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием	Оценка выполнения практического задания	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
37 основные свойства полимеров и их использование	Устный опрос	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)
38 свойства смазочных и абразивных, прокладочных и уплотнительных материалов	Устный опрос	Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр)

### 1.5.Распределение типов оценочных средств по элементам знаний и умений контролируемых на промежуточной аттестации

## 2. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 2.1. Назначение

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов оценочного средства: практическая работа, лабораторная работа, устный опрос, контрольная работа, диф.зачет.

Практическая работа, лабораторная работа, устный опрос предназначены для текущего контроля; диф.зачет, контрольная работа предназначены для промежуточной аттестации и оценки знаний и умений студентов по программе учебной дисциплины ОП.05 Материаловедение образовательной программы 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

### 2.2. Контингент аттестуемых студенты 2 курса

### 2.3. Форма и условия аттестации:

Текущий контроль проходит по темам учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в форме Контрольная работа (3 семестр), диф.зачет (4 семестр) по завершению освоения учебного материала учебной дисциплины, при положительных результатах текущего контроля.

### 2.4. Время выполнения:

На выполнение текущего контроля отводится:

практическая работа, лабораторная работа – 90 мин,

устный опрос – 10-20 мин,

контрольная работа – 45 мин,

диф.зачет (в виде устного опроса) - 60 минут (примерно по 7-10 минут на студента).

### 2.5. Рекомендуемая литература для разработки оценочных средств и подготовки обучающихся к аттестации.

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
Стуканов, В. А. Материаловедение : учебное пособие / В. А. Стуканов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 368 с.	осн	20	
Черепяхин, А. А. Основы материаловедения : учебник / А. А. Черепяхин. — Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2024. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование).	осн.		<a href="https://znaniu.m.ru/catalog/product/2098993">https://znaniu.m.ru/catalog/product/2098993</a>
Коррозия и защита металлов : учебник для СПО / О. В. Ярославцева [и др.] ; под науч. Ред. А. Б. Даринцевой. — Москва : Юрайт, 2025. — 89 с. — (Профессиональное образование).	доп.		<a href="https://urait.ru/bcode/566222">https://urait.ru/bcode/566222</a>
Гуреева, М. А. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов : учебное пособие для СПО / Гуреева М. А., Овчинников В. В., Манаков И. Н. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 254 с.	доп		<a href="https://urait.ru/bcode/541795">https://urait.ru/bcode/541795</a>
Литвинов, В. С. Физика металлов. Рекристаллизация металлов	доп		<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

и сплавов : учебное пособие для СПО / Литвинов В. С., Гриб С. В. ; под науч. ред. Попова А. А. — Москва : Юрайт, 2025. — 87 с.			<a href="#">bcode/559143</a>
--	--	--	------------------------------

### 3. ВАРИАНТЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### **ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

- 1.Строение и свойства машиностроительных материалов.
2. Методы оценки параметров машиностроительных материалов.
3. Диаграмма состояний сплавов, фазовые превращения.
4. Свойства материалов.
5. Диаграмма растяжения образца из низкоуглеродистой стали.
6. Строение металлов, параметры кристаллической решётки.
7. Сплавы углерод-железо. Углеродистые стали.
8. Виды чугунов. Классификация. Маркировка и область их применения.
9. Легированные стали. Область применения, классификация, маркировка.
10. Сплавы на медной основе.
11. Сплавы на основе алюминия.
12. Сплавы на основе титана.
13. Порошковые и композиционные материалы.
14. Антифрикционные сплавы.
- 15.Материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов и инструментов для горячей обработки давлением.
- 16.Материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов и инструментов для холодной обработки давлением.
17. Виды термообработки.
18. Поверхностная закалка.
19. Азотирование.
20. Литейное производство. Специальные формы литья.
21. Обработка металлов давлением.
22. Обработка металлов резанием.
23. Сварка и другие виды неразъёмных соединений.
- 24.Разновидности металлических материалов, применяемых в теплотехническом оборудовании
- 25.Разновидности неметаллических материалов, применяемых в теплотехническом оборудовании

#### Шкала оценки

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
70 – 79%	3	удовлетворительно
менее 70%	2	неудовлетворительно

#### **Задачи**

##### Задание 1

- 1.Определить виды сталей и их состав: У9, Р6М5К5, Ст 3, Сталь 20,



18ХГТ.

2. Составить формулу стали, в которой содержится: углерод – до 1%, вольфрам -18%. Сталь быстрорежущая.

3. Из какой стали изготавливают ножовочные полотна?

Задание 2

1. Определить виды сталей и их состав: Ст 5, Сталь 75, У12, Р10К5Ф5, 30ХГТ.

2. Составить формулу стали, в которой содержится: углерода – 0,35%. Сталь углеродистая, конструкционная, качественная.

3. Из какой стали изготавливают зубила?

Задание 3

1. Определить виды сталей и их состав: Ст 1кп, У11А, Сталь 55, Р18, 12Х2Н4А.

2. Составить формулу углеродистой конструкционной стали обыкновенного качества №6.

3. Из какой стали изготавливают молотки?

Задание 4

1. Определить виды сталей и их состав: Сталь 60Г, Ст 0, У13А, Р6М5, 40ХФМА.

2. Составить формулу стали, в которой содержится: углерода – до 1%, хрома – до 1%, вольфрама – до 1%, марганца – до 1%.

3. Из какой стали изготавливают ножницы по металлу?

Задание 5

1. Определить виды сталей и их состав: БСт 3, У10А, Сталь 45, Р6М3, 10Г2.

2. Составить формулу углеродистой инструментальной высококачественной стали, с содержанием углерода 1,1%.

3. Из какой стали изготавливают напильники?

Задание 6

1. Определить виды сталей и их состав: ВСт 5, Сталь 35, У12А, Р9, 12ХН3А.

2. Составить формулу высококачественной стали, в которой содержится: углерода – 0,40%, хрома – до 1%, никеля 2%, молибдена – до 1%.

3. Из какой стали изготавливают свёрла?

Задание 7

1. Определить виды сталей и их состав: Ст 2пс, Сталь 50, У13А, Р18, 25ХГСА.

2. Составить формулу углеродистой инструментальной высококачественной стали, в которой содержится углерода 1%.

3. Из какой стали изготавливают метчики?

Задание 8

1. Определить виды сталей и их состав: БСт 2, Сталь 65, У8А, ШХ9, 30Х13.

2. Составить формулу углеродистой конструкционной качественной стали, в которой содержится углерода 0,25%.

3. Из какой стали изготавливают плашки?

Задание 9

1. Определить виды сталей и их состав: БСт 6сп, Сталь 40, У10А, ШХ15, 40Х9С2.

2. Составить формулу углеродистой конструкционной стали обыкновенного качества, спокойной, №5.

3. Из какой стали изготавливают развёртки?

Задание 10

1. Определить виды сталей и их состав: Сталь 30, Ст 1кп, У8, Р6М5, ХВГ.

2. Составить формулу стали, в которой содержится: углерод - до 1%, вольфрам -6%, молибден – 5%. Сталь быстрорежущая.

3. Из какой стали изготавливают отвёртки?

### Критерии оценки:

Шкала оценки

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
70 – 79%	3	удовлетворительно
менее 70%	2	неудовлетворительно

### Практические и лабораторные работы

#### Построение графиков охлаждения и нагревания с описанием процессов на всех участках

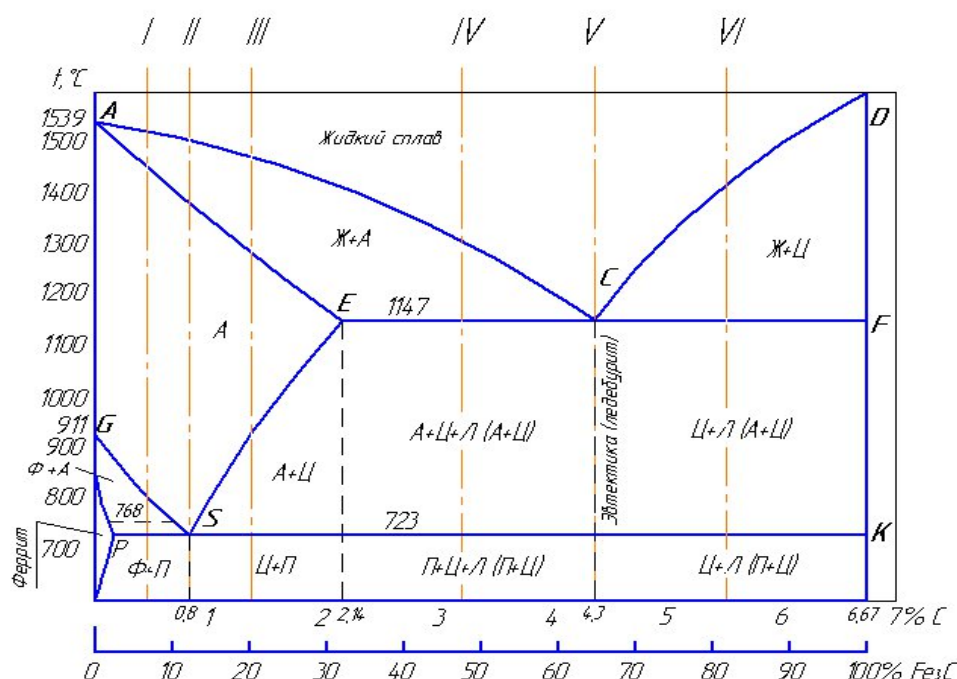
Цель: закрепить пройденный материал; успешно использовать приобретенные умения в реальной жизни; определять строение и свойства машиностроительных материалов; использовать диаграмму состояний сплавов, фазовых превращений.

Студент должен уметь: использовать методы оценки параметров машиностроительных материалов.

*Задание по вариантам:*

Студенты отвечают на одни и те же вопросы, различными являются рисунки, по которым необходимо отвечать. 1 вариант дает ответы по рисунку 2, 2 вариант дает ответы по рисунку 3. Рисунок необходимо зафиксировать в тетрадь.

1. Как называется диаграмма?



2. Назовите количество компонентов, участвующих в образовании сплава?
3. Какими буквами обозначены основные линии диаграммы?

### Виды механических испытаний на растяжение и твёрдость

Цель: ознакомиться с диаграммой растяжения образцов из низколегированной стали; знать строение металлов, параметры кристаллической решётки и свойства материалов; закрепить пройденный материал; успешно использовать приобретенные умения в реальной жизни.

Студент должен уметь: определять методы измерения параметров и свойств материалов.

*Определение твердости по Бринеллю.*

Твердость металла по Бринеллю определяют вдавливанием в образец закаленного стального шарика (рис. 1) диаметром 10; 5 или 2,5 мм и выражают числом твердости HB, полученным делением приложенной нагрузки  $P$  в Н или кгс (1Н = 0,1 кгс) на площадь поверхности образовавшегося на образце отпечатка  $F$  в мм<sup>2</sup>:

$$HB = P/F, \text{ Н/мм}^2,$$

где  $P$ -нагрузка на шарик, Н;

$F$ - площадь поверхности сферического отпечатка, мм<sup>2</sup>.

Отношение нагрузки  $P$  (1Н  $\approx$  0,1 кгс) к поверхности полученного отпечатка (шарового сегмента)  $F$  (мм<sup>2</sup>) дает число твердости, обозначаемое  $HB$ :

$$HB = \frac{P}{F}, \text{ МН/м}^2 \text{ (кгс/мм}^2\text{)} \quad (1)$$

Площадь сферического отпечатка определяется по формуле (2):

$$F = \pi D h, \quad (2)$$

где  $D$ – диаметр вдавливаемого шарика, мм;

$h$ – глубина отпечатка, мм.

Так как глубину отпечатка измерить трудно, гораздо проще измерить диаметр отпечатка  $d$ , то целесообразно величину  $h$  выразить через диаметры шарика  $D$  и отпечатка  $d$ :

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \quad (3)$$

Тогда поверхность шарового сегмента определяется по формуле (4):

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (4)$$

а число твердости по Бринеллю будет выражаться формулой (5):

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (5)$$

Чтобы не производить сложных расчетов по приведенной выше формуле, к прессу Бринелля прикладываются таблицы перевода диаметра отпечатка в число твердости *HB* (Табл. 1). Так, например, если шарик диаметром 10 мм при нагрузке 3000 кгс оставил на образце отпечаток диаметром 3 мм, то число твердости *HB* = 415.

Таблица 1 – Зависимость между диаметром отпечатка и числом твердости по Бринеллю (диаметры отпечатков даны для шарика диаметром 10 мм)

Диаметр отпечатка, мм	Число твердости при нагрузке <i>P</i> , кгс		
	10 <i>D</i> 2	2.5 <i>D</i> 2	
2,90	444	-	-
2,95	430	-	-
3,00	415	-	34,6
3,05	401	-	33,4
3,10	388	129	32,3
3,15	375	125	31,3
3,20	363	121	30,3
3,25	352	117	29,3
3,30	340	114	28,4
3,35	332	110	27,6
3,40	321	107	26,7
3,45	311	104	25,9
3,50	302	101	25,2
3,55	293	97,7	24,5
3,60	286	95	23,7
3,65	277	92,3	23,1
3,70	269	89,7	22,4
3,75	262	87,2	21,8
3,80	255	84,9	21,2
3,85	248	82,6	20,7
3,90	241	80,4	20,1
3,95	235	78,3	19,6
4,00	229	76,3	19,1

Определенная нагрузка соответствует конкретному значению твердости. Так, при определении твердости стали и чугуна нагрузка на шарик  $P=30D^2$ ; для меди, ее сплавов, никеля, алюминия, магния и их сплавов  $-P=10D^2$ ; для баббитов  $-P=2,5D^2$ . Для испытания на твердость по Бринеллю применяют в основном рычажные прессы. По методу Бринелля можно использовать материалы с твердостью 4500 *HB*. Если материалы тверже, то стальной шарик может деформироваться. Этот метод непригоден также для испытания тонколистового материала. Если

твёрдость по Бринеллю испытывалось шариком диаметром в 29-430 Н, то число твёрдости обозначается цифрами, характеризующими значение твёрдости, и буквами «НВ», например 185НВ. Если испытания проходили при других условиях, то после букв «НВ» указывают эти условия: диаметр шарика (мм), нагрузка (кгс) и продолжительность выдержки под нагрузкой (с): например 175НВ5/750/20.

### Исследование микроструктуры стали и чугунов

Цель: закрепить пройденный материал по составам сплав углерод-железо, углеродистым сталям, видам чугунов и легированных сталей, классификация, маркировка и область их применения.

Студент должен уметь: определять конструкционные материалы и их свойства.

*Задание по вариантам:*

Таблица 2. -Расшифруйте марки сталей и запишите область применения конкретной марки.

	Задание для 1 варианта	Задание для 2 варианта
1.	Ст0	Ст3
2.	БСт3Гпс	ВСт3пс
3.	08	10
4.	40	45
5.	18Х2Н4МА	12ХН3А
6.	30ХГСА	38ХМЮА
7.	70	85
8.	55С2А	60С2Х2
9.	50ХФА	55С2
10.	ШХ4-Ш	ШХ20
11.	А40	А11

### Маркировка углеродистых инструментальных сталей

Инструментальные стали предназначены для изготовления различного инструмента, как для ручной обработки, так и для механической. Делятся на качественные и высококачественные. Качественные стали обозначаются буквой У (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в стали, в десятых долях процента. *Например:* У7 –углеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода около 0.7%. В обозначения высококачественных сталей добавляется буква А (У8А, У12А и т.д.). Кроме того, в обозначениях как качественных, так и высококачественных углеродистых инструментальных сталей может присутствовать буква Г, указывающая на повышенное содержание в стали марганца. *Например:* У8Г, У8ГА. У8А –углеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода около 0,8%, высококачественная. Изготавливают инструмент для ручной работы (зубило, кернер, чертилка и т.д.), механической работы на невысоких скоростях (сверла).

### Микроструктуры сплавов меди

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; знать сплавы на медной, алюминиевой и титановой основе; порошковые и композиционные материалы; антифрикционные сплавы.

Студент должен уметь определять состав сплав, композиционных материалов.

*Задание для студентов:*

1. Запишите название и цель работы.

2. Заполните таблицу:

Таблица 4.

Название сплава, его определение	Основные свойства сплава	Пример маркировки	Расшифровка марки	Область применения

### Микроструктуры сплава на основе алюминия

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; знать сплавы на алюминиевой основе, порошковые и композиционные материалы, антифрикционные сплавы.

Студент должен уметь определять состав сплав, композиционных материалов.

Задание на практическую работу.

Таблица 5-Расшифровать марки сплавов цветных металлов

1	АМц	Л63	МА8	ВТ1	Б83С	ЛК80-3	БрО10Ф1	Бр-НЗЦ3С20Ф
2	Л90	АМг	Б16	МЛ1	ВТ5Л	БрКН1-3	БрОФ8-0,3	ЛА-ЖМц66-6-3-2
3	Д1	Л96	МА7	Б83	ВТ3	ЛА67-2,5	БрБНТ1,7	БрОЦС4-4-4
4	АМг3	МЛ2	Л60	ВТ4	БрБ2,5	Б92	ЛКС80-3-3	БрОФ7-0,2
5	МА6	АК2	БТ	Л85	ВТ14Л	БрА5	ЛС59-1	БрОЦС4-4-2,5
6	Л80	АЛ4	МЛ3	БН	БрС30	ВТ5	БрОЦ4-3	ЛАЖ60-1-1
7	ВТ6	Л70	Д16	МА5	БК2	ЛМц58-2	БрКМц3-1	БрОЗЦ8С4Н1
8	МЛ4	АК4	Л68	БС2	ВТ5Л	БрА5	БрКН1-3	ЛМцНЖ60-2-1-1
9	АЛ3	МА4	Б92	Л60	БрБНТ1,7	ВТ14	БрОЗЦ13С4	ЛА85-0,6
10	Л63	АМг5	МЛ5	ВТ15	Б83	БрО10Ц2	ЛМцЖ55-3-1	БрАМц9-2
11	МА3	Б6	Д18	Л65	ВТ14Л	ЛА77-2	БрО4Ц7С5	БрАЖН10-4-4
12	Б16	МЛ6	Л68	АК6	БрБ2	ВТ1	БрО10Ц2	ЛАНК75-2-2-1
13	ВТ3	Л70	МА2	АЛ4	БТ	БрКМц3-1	БрБНТ1,7	ЛК80-3
14	Л72	БС6	АЛ9	МЛ1	ВТ5Л	БрА7	ЛКС65-1,5-3	БрОЗЦ7С5Н
15	Л96	АМг6	МА1	Б83С	БрО10Ф1	ВТ4	БрБНТ1,9	ЛН65-5

### Состав инструментальных материалов

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; знать материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов и инструментов для горячей и холодной обработки давлением.

Студент должен уметь определять инструментальные стали.

*Задание по вариантам:*

Таблица 6.-Расшифруйте марки сталей и запишите область применения конкретной марки (т.е. для изготовления чего она предназначена).

№	Задание для 1 варианта	Задание для 2 варианта
1	У8	У9
2	У13А	У8А
3	Х	9ХС
4	ХВСГ	ХВГ
5	P18	P6
6	P6M5	P6M5Ф3

### Способы получения инструментальных материалов

Цель: знать материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов и инструментов для горячей и холодной обработки давлением, виды улучшения свойств материалов, виды улучшения свойств материалов, успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь определять виды улучшения стали.

*Неполный отжиг* применяют в основном для деталей и заготовок из заэвтектоидных сталей. Для доэвтектоидных сталей этот вид отжига применяют для поковок, штамповок и отливок, микроструктура которых получила правильную равновесную мелкозернистую форму. При неполном отжиге (рис. 11, б) детали нагревают до критической температуры  $A_{c1} + (20 \dots 30 \text{ } ^\circ\text{C})$ , выдерживают при этой температуре и охлаждают вместе с печью до температуры  $A_{c1} - (20 \dots 30 \text{ } ^\circ\text{C})$ , выдерживают при этой температуре и далее охлаждают вместе с печью до температуры  $500 \text{ } ^\circ\text{C}$ , затем деталь охлаждают на воздухе.

При неполном отжиге получается микроструктура зернистого (сфероидизированного) перлита или зернистого цементита. При этом также снижаются внутренние напряжения. Вновь полученная микроструктура зернистого перлита понижает твердость, увеличивает пластичность и ударную вязкость. Улучшается обрабатываемость резанием. С помощью неполного отжига снимают внутренние напряжения, предотвращают коробление и образование микротрещин, улучшают обрабатываемость резанием деталей и заготовок. При нагреве заготовки длительное время выдерживают в печи для полного их прогрева и охлаждают вместе с печью (со скоростью не более  $60 \text{ } ^\circ\text{C/ч}$ ). Неполный отжиг по своему назначению и физико-химическим процессам, происходящим в деталях, аналогичен сфероидизирующему отжигу.

*Низкотемпературный отжиг* применяется для деталей и заготовок, полученных ковкой, штамповкой и литьем, структура которых не претерпела особой деформации, находится в равновесном состоянии и не требует исправления, нет необходимости в ее перекристаллизации. В связи с этим низкотемпературному отжигу подвергают заготовки с целью снятия внутренних напряжений, улучшения обрабатываемости резанием, волочением. Для этих целей детали нагревают ниже критической точки  $A_{c1}$ . Нагрев производят медленно со скоростью до  $150 \text{ } ^\circ\text{C/ч}$ , выдерживают при этой температуре, после длительной выдержки детали охлаждают вместе с печью или на воздухе. *Изотермическому отжигу* подвергают детали небольших сечений из легированных и углеродистых сталей. При этом конструкционные стали нагревают до температуры на  $30 \dots 40 \text{ } ^\circ\text{C}$  выше критической точки  $A_{c1}$ , а инструментальные стали — до температуры на  $50 \dots 100 \text{ } ^\circ\text{C}$  выше критической точки  $A_{c3}$ . После нагрева и прогрева (выдержки) детали переносят в другую печь (ванну), где охлаждают до температуры на  $50 \dots 100 \text{ } ^\circ\text{C}$  ниже полученной вначале процесса. При этой температуре детали выдерживают до полного (изотермического) распада

аустенита на зернистый перлит. В процессе этой термической операции понижается твердость, увеличивается прочность и пластичность и улучшается обрабатываемость резанием различными технологическими операциями. Схема изотермического отжига поковки из легированной стали марки ХВГ приведена на рис. 12, а. Как видно из схемы, нагрев поковки послековки проводят ступенчатым методом. Вначале охлаждают на  $50 \dots 100^\circ\text{C}$  ниже критической точки  $A_{c1}$ , выдерживают при этой температуре, затем нагревают выше критической точки  $A_{c1}$  на  $20 \dots 50^\circ\text{C}$ , длительное время выдерживают при этой температуре и охлаждают вместе с печью. Разновидностью изотермического отжига является *отжиг на зернистый перлит* (рис. 12, б). Отжиг на зернистый перлит осуществляют ступенчатым нагревом и охлаждением до полного распада аустенита в зернистый перлит. Сначала осуществляют нагрев до критической точки  $A_{c1} + (20 \dots 30^\circ\text{C})$ , затем охлаждают до температуры ниже  $A_{c1}$  ( $700^\circ\text{C}$ ) и далее снова нагревают до температуры  $500 \dots 660^\circ\text{C}$ . После длительной выдержки при последней температуре детали охлаждают на воздухе.

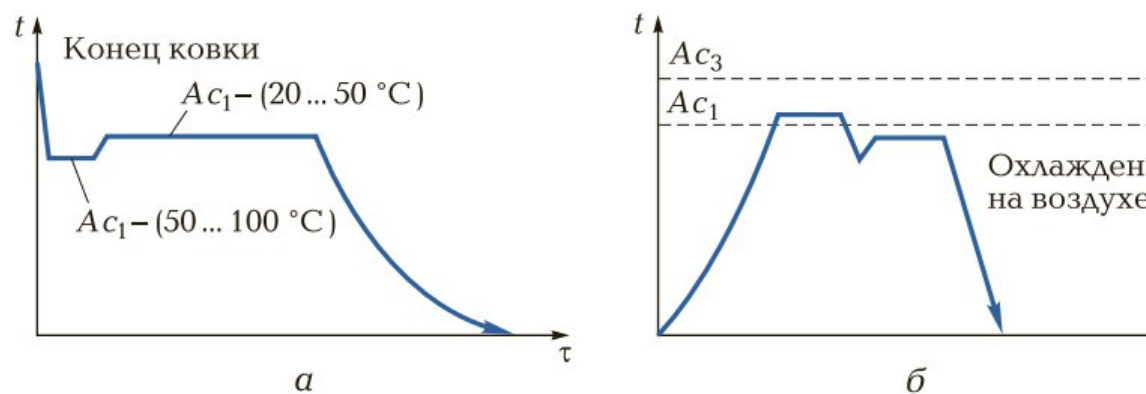


Рис. 12.-Схема изотермического отжига (а) и отжига на зернистый перлит (б) поковки из легированной стали марки ХВГ:  $t$  — температура;  $\tau$  — время;  $A_{c1}$ ,  $A_{c3}$  — критические температуры

В большинстве отливок, в том числе из железоуглеродистых сплавов, получается разнородность по химическому составу кристаллов (зерен) — так называемая межкристаллитная ионная (дендритная или зональная) ликвация. С целью устранения этой химической неоднородности в практике применяется *выравнивающий*, или *диффузионный, отжиг* (гомогенизация). Для этого вида отжига отливки нагревают до высокой температуры, обычно до  $1000 \dots 1100^\circ\text{C}$ , длительное время выдерживают при этой температуре и затем медленно охлаждают вместе с печью. При высокой температуре атомы одних химических элементов, сосредоточенные неравномерно, приобретают большую подвижность и диффундируют из одних кристаллов в другие. Происходит химическое выравнивание по химическому составу, как крупных кристаллов (дендритов), так и мелких кристаллов. После диффузионного отжига получается крупнозернистая структура, которая требует дополнительного полного или неполного отжига. Если этому отжигу подвергались заготовки, требующие дальнейшей обработки давлением, то эти заготовки дополнительному отжигу до обработки не подвергаются. Такие детали подвергаются одному из видов отжига только после обработки давлением (ковки, штамповки, волочения).

### Обработки металлов резанием

Цель: знать основы обработки резанием материалов, закрепить пройденный материал, успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь определять основы обработки резанием материалов.



### *Обработка на шлифовальных станках и сборка соединений.*

**Шлифование**– процесс обработки заготовок резанием с помощью инструментов (кругов), состоящих из абразивного материала. Абразивные зерна расположены беспорядочно. При вращательном движении в зоне контакта с заготовкой часть зерен срезает материал в виде очень большого числа тонких стружек (до 100000000 в мин.). Процесс резания каждым зерном осуществляется мгновенно. Обработанная поверхность представляет собой совокупность микро-следов абразивных зерен и имеет малую шероховатость. Шлифование применяют для чистовой и отделочной обработки деталей с высокой точностью. Главным движением при шлифовании является вращение шлифовального круга, а перемещение круга относительно детали является движением подачи. Различают следующие основные схемы шлифования: плоское, круглое, внутреннее (рис. ). При плоском шлифовании (рис. .а) возвратно-поступательное движение заготовок необходимо для обеспечения продольной подачи ■. Для обработки поверхности на всю ширину ■ заготовки или круг должны иметь поперечную подачу ■, которая осуществляется прерывисто при крайних положениях заготовки в конце продольного хода. Периодически осуществляется движение вертикальной подачи ■, в крайних положениях заготовки в конце поперечного хода. Плоское шлифование может осуществляться периферией или торцом шлифовального круга. При круглом шлифовании (рис. .б) движение продольной подачи осуществляется возвратно-поступательным перемещением заготовки. Подача ■ соответствует осевому перемещению заготовки за один ее оборот. Вращение заготовки является движением круговой подачи. Подача ■ на глубину резания происходит при крайних положениях заготовки. Движения, осуществляемые при внутреннем шлифовании показаны на рис. 30.в. Для выполнения процесса шлифования наружных поверхностей деталей используются кругло-шлифовальные, плоско-шлифовальные и бесцентрово-шлифовальные станки. Для обработки сложных фасонных поверхностей используются специальные ленто-шлифовальные станки. В ленто-шлифовальных станках применяется инструмент в виде бесконечной абразивной ленты. Лента в процессе шлифования поверхности сложной формы (например: лопатки турбин) огибает сложную поверхность и перемещается в осевом и продольном направлениях. Абразивный слой наносят на бумажную или тканевую основу ленты. Шлифованием обрабатываются только жесткие детали, не формирующиеся в процессе обработки. Данный способ не допускает обработки малых отверстий.

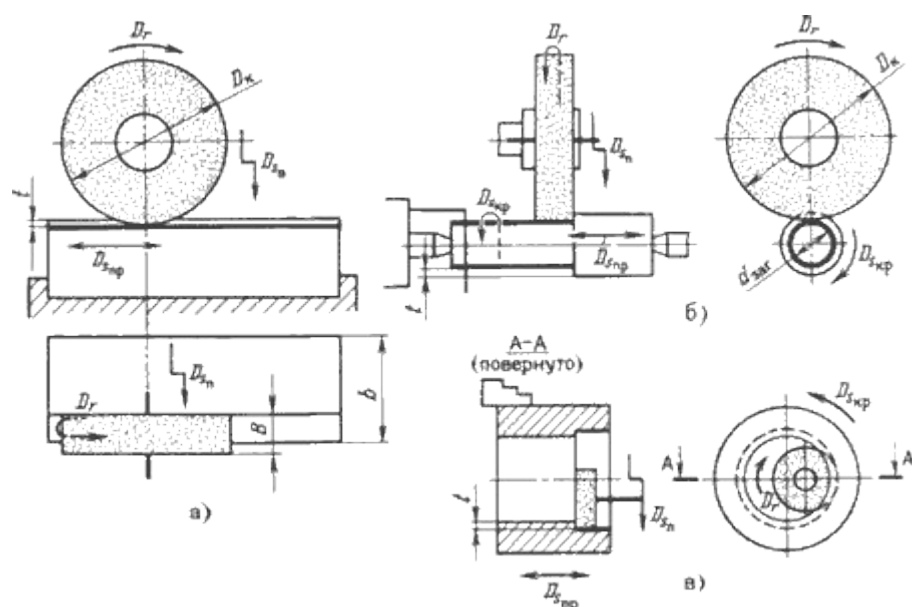


Рис. - Основные схемы шлифования.

### Обработка металлов под давлением

Цель: знать основы обработки металлов под давлением, закрепить пройденный материал, успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь определять основы обработки металлов под давлением.

*Прокатка* – это способ обработки пластическим деформированием – наиболее распространенный. Прокатке подвергают до 90 % всей выплавляемой стали и большую часть цветных металлов. Сущность процесса: заготовка обжимается (сдавливается), проходя в зазор между вращающимися валками, при этом, она уменьшается в своём поперечном сечении и увеличивается в длину. Форма поперечного сечения называется профилем. Процесс прокатки обеспечивается силами трения между вращающимся инструментом и заготовкой, благодаря которым заготовка перемещается в зазоре между валками, одновременно деформируясь. В момент захвата металла со стороны каждого валка действуют на металл две силы: нормальная сила и касательная сила трения (рис. ).

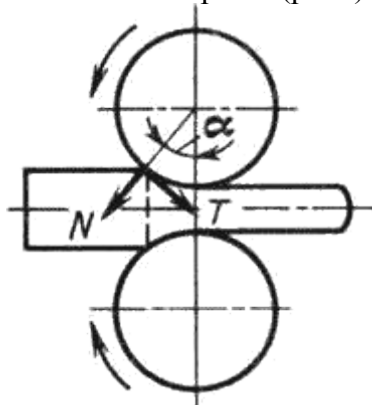


Рис.- Схема сил, действующих при прокатке.

Когда требуется высокая прочность и пластичность, применяют заготовки из сортового или специального проката. В процессе прокатки литые заготовки подвергаются многократному обжатию в валках прокатных станов, в результате чего повышается плотность материала за счёт залечивания литейных дефектов, пористо-

сти, микротрещин. Это придаёт заготовкам из проката высокую прочность и герметичность при небольшой их толщине. Существуют три основных способа прокатки, имеющих определенное отличие по характеру выполнения деформации: продольная, поперечная, поперечно – винтовая (рис.).

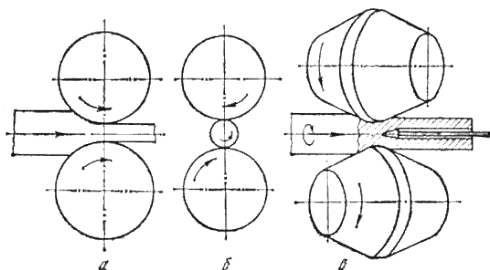


Рис. -Схемы основных видов прокатки: а – продольная; б – поперечная; в – поперечно – винтовая

### Область применения материалов для изготовления котлов

Цель: знать разновидности металлических и неметаллических материалов, применяемых в теплотехническом оборудовании.

Студент должен уметь: определять виды применения материалов для изготовления теплотехнического оборудования.

#### *Основные требования к листовой стали*

При изготовлении и ремонте объектов котлонадзора наиболее распространенным материалом служат низкоуглеродистые стали, которые пластичны, поддаются обработке давлением, гибке и правке в холодном и горячем состоянии, хорошо свариваются. Низкоуглеродистые стали характеризуются удовлетворительными механическими свойствами, достаточно прочны при нагреве до 450 °С, хорошо воспринимают динамические нагрузки и не склонны к хрупкому разрушению. Эти стали имеют удовлетворительную коррозионную стойкость в неагрессивных средах, дешевы и наименее дефицитны. Значительное влияние на механические свойства и работоспособность готовых изделий оказывают особенности производства стали и стальных полуфабрикатов. Кроме способа выплавки, на свойства стали большое влияние оказывает степень раскисления, в зависимости от которой стали делятся на спокойные, полуспокойные и кипящие. К обозначению марки стали после обозначения марки добавляют буквы: СП-спокойная, ПС-полуспокойная, КП - кипящая. Углеродистые стали бывают обыкновенного качества, качественные и высококачественные. Листы из углеродистой стали для изготовления и ремонта объектов котлонадзора поставляются по ГОСТ 380, ГОСТ 5520 и ГОСТ 1050. Углеродистая горячекатаная сталь обыкновенного качества, полученная в мартеновских печах и конверторах, поставляется по ГОСТ 380 и разделяется на три группы по нормируемым показателям: А - сталь, поставляемая с гарантированными механическими свойствами, Б - сталь, поставляемая с гарантированным химическим составом, В - сталь, поставляемая с гарантированными механическими свойствами и гарантированным химическим составом. Марки углеродистых сталей имеют буквенно-цифровое обозначение. В группу А входят стали, маркируемые от Ст 0 до Ст 6. Числа от 0 до 6 характеризуют ее механические свойства: чем больше число, тем прочнее сталь (содержит больше углерода). Но одновременно с повышением прочности снижается ее пластичность и ухудшаются технологические свойства. Группа А в обозначении марки стали не указывается. Сталь группы А применяется для изготовления деталей и элементов конструкции, не подвергающихся термической обработке. Необходимая прочность изделия достигается выбором стали соответствующей марки. Для сталей группы А по ГОСТ 380 регламентированы предел прочности, предел текучести и относительное удлинение. Для сталей марок Ст 0-

Ст 5 предусмотрено испытание на изгиб в холодном состоянии (технологическая проба). Сталь группы А может поставляться трех категорий, для которых нормированы различные комбинации показателей прочности и пластичности. Так, сталь, поставляемая по первой категории, должна обладать заданными пределом прочности и относительным удлинением. Сталь, поставляемая по второй категории, должна выдерживать, кроме того, испытания на изгиб в холодном состоянии. Сталь, поставляемая по третьей категории, имеет гарантированные не только все указанные выше характеристики прочности и пластичности, но и предела текучести. Для обозначения категории стали к обозначению марки добавляют в конце номер категории. Например, Ст3пс2: сталь марки 3, полуспокойная, поставляемая по второй категории. Первая категория в обозначении марки не указывается, например, Ст2кп. Химический состав стали, поставляемой по группе А, сообщается заказчику, но браковочным признаком не является. Полуспокойная сталь с номерами марок 3 и 5 производится с обычным и повышенным содержанием марганца, например, Ст3гпс. Сталь группы Б подвергается термической обработке. Стали этой группы имеют перед обозначением марки букву Б, например, БСт3кп. Номер марки стали группы Б представляет собой условное число, характеризующее химический состав стали. Стандартом установлены пределы содержания углерода, марганца, кремния, фосфора, серы, хрома, никеля, меди и мышьяка. В зависимости от того, содержание каких элементов гарантируется, стали делятся на две категории. В сталях первой категории гарантируется содержание всех указанных выше элементов, кроме хрома, никеля и меди, в сталях второй - всех без исключения. В сталях группы В одновременно гарантируется химический состав и механические свойства. Перед обозначением марок сталей этой группы ставится буква В, например, ВСт2пс. Сталь группы В выпускается шести категорий. Для того, чтобы не спутать марки стали проката в производстве, при хранении на складах и транспортировке проводят ее [клеямение](#) и цветную маркировку в виде полос по концам проката или окраску торца. Толщина стенки листа до 10 мм, работающих под давлением до 0,6 МПа (6 кг/см<sup>2</sup>) и температуре до 150 °С, можно использовать листы из сталей Ст2кп3, Ст3кп3, ВСт3кп3 и ВСт3пс3 по ГОСТ 380. Можно применять при температуре стенки до 280 °С и избыточном давлении до 0,8 МПа (8 кг/см<sup>2</sup>) листы из стали ВСт3пс5 толщиной стенки до 12 мм. Листы из сталей Ст2кп3, Ст3кп3 и Ст2сп3 можно применять для изготовления и ремонта лишь необогреваемых элементов котла. Если толщина стенки 8 мм и менее, температура ее не превышает 200 °С и условное давление не более 1,6 МПа (16 кг/см<sup>2</sup>), то можно изготавливать и ремонтировать детали трубопроводов, работающих под давлением, из листов кипящей стали ВСт2кп3 и ВСт3кп3 по ГОСТ 380. Лист толщиной до 60 мм из сталей ВСт2сп3 и ВСт3сп3 по тому же стандарту можно применять при температуре до 300 °С и давлении до 2,5 МПа (25 кг/см<sup>2</sup>). После испытания листов из сталей ВСт3пс3, ВСт3сп3 и ВСт3Гпс3 на ударную вязкость при температуре 20 °С можно их использовать при температуре от 0 до 200 °С. Листы из сталей ВСт2пс2 и ВСт2сп2 можно применять в температурном интервале от 20 до 200 °С и при давлении до 5 МПа (50 кг/см<sup>2</sup>). Листы из сталей ВСт3пс5, ВСт3Гпс5, испытываемые на ударную вязкость при -20 °С и при комнатной температуре после механического старения, можно использовать при температуре от -20 до 450 °С. Листы из сталей ВСт3пс6, ВСт3сп6 и ВСт3Гпс6 можно применять от 0 до 450 °С, они подвергаются испытанию также на ударную вязкость после механического старения. Максимальное давление для листовой спокойной и полуспокойной стали, которая поставляется по ГОСТ 380 и категориям от второй до шестой, составляет 5 МПа (50 кг/см<sup>2</sup>). Для изготовления и ремонта элементов трубопроводов можно применять листы из качественной конструкционной углеродистой стали по ГОСТ 1050. Сталь, поставляемая по указанному стандарту, выплавляется в основных конверторах с продувкой

кислородом сверху, в мартеновских и электрических печах. По сравнению со сталью обыкновенного качества в качественной углеродистой стали допускается меньшее количество вредных примесей (серы и фосфора), а также меньше остаточных примесей (меди, хрома и никеля), которые ухудшают технологические свойства стали.

### **Выбор способа обработки металла для определенных деталей.**

Цель работы:

- 1 Освоить умения выполнения эскиза режущего инструмента с указанием конструктивных особенностей.
- 2 Освоить умения характеризовать предложенные процессы резания металлов

Обработка металлов резанием - это процесс срезания режущим инструментом с поверхности заготовки слоя металла в виде стружки для получения необходимой геометрической формы, точности размеров, взаиморасположения и шероховатости поверхностей детали. Токарная обработка материалов заключается в обработке тел вращения режущим инструментом, движущимся вдоль оси вращения заготовки.

Алгоритм выполнения работы:

- 1 Внимательно изучите теоретические сведения о процессе резания металлов.
- 2 В соответствии с заданием выполните эскиз режущего инструмента с указанием конструктивных особенностей.
- 3 Охарактеризуйте предложенные процессы резания металлов
- 4 На схеме токарного станка укажите основные узлы и опишите их функциональное назначение.
- 5 Дайте ответ на контрольные вопросы.
- 6 Оформите отчет.

#### **Шкала оценки**

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
70 – 79%	3	удовлетворительно
менее 70%	2	неудовлетворительно

#### **Приложение 1**

#### **Кодификатор (примерный перечень) оценочных средств для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций**

№ п/п Код оценочного средства	Тип оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Деловая и/или ролевая игра	Совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессиональ-	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат

		но-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи	
2.	Кейс-задача	Учебный материал подается студентам в виде проблем (кейсов), в которых обучающимся предлагается осмыслить реальную профессиональную ситуацию для решения данной проблемы. Знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.	Задания для решения кейс - задачи
3.	Опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам / разделам дисциплины или профессионального модуля
4.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
5.	Круглый стол, дискуссия, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, диспута, дебатов
6.	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплин, в профессиональном модуле.	Структура портфолио
7.	Проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналити-	Тема групповых и/или индивидуальных проектов

		ческих, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	
8.	Рабочая тетрадь	Дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала	Образец рабочей тетради
9.	Разноуровневые учебные задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определённого раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	Комплект разноуровневых задач и заданий
10.	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
11.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
12.	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной темы.	Темы докладов, сообщений
13.	Собеседо-	Средство контроля, организованное	Вопросы по темам

	вание	как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т. п.	/ разделам дисциплины
14.	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
15.	Тест	Средство контроля, направленное на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины или профессионального модуля. Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся	Фонд тестовых заданий
16.	Эссе	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы.	Тематика эссе
17.	Практические работы (практическое задание)	Это задания, с помощью которых у учащихся формируются и развиваются правильные практические действия.	Виды: наблюдение, измерение, опыт, конструирование и др. задания для практических работ
18.	Лабораторные работы	Это проведение учащимися по заданию преподавателя опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений.	Задания для лабораторных работ
19.	Тренажёр	Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретённых студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом	Комплект заданий для работы на тренажёре
20.	Отчеты по практикам	Средство контроля, позволяющая обучающемуся продемонстрировать обобщенные знания, умения и практический опыт, приобретенные за время прохождения учебной и производственной практик. Отчеты по	Виды работ и задания на учебную и производственную практику



		практикам позволяют контролировать в целом усвоение ОК и ПК обозначенных в ППСЗ.	
21.	Контент-анализ документации	Анализ и оценка в соответствии с критериями документов (журналов теоретического и производственного обучения, характеристик, творческих работ, дневников и отчетов по практике, ВКР и др.), свидетельствующих об уровне компетентности обучающегося.	Перечень документов подлежащих анализу, критерии оценки
22.	Наблюдение	Инструмент сбора информации для установления фактов	Цель, объекты наблюдения, образец листа для фиксации результатов наблюдения
23.	Задание на ВКР (дипломный проект, дипломная работа)	Перечень основных вопросов, которые должны быть раскрыты в работе, а также указания на основные информационные источники.	ВКР по специальности СПО