

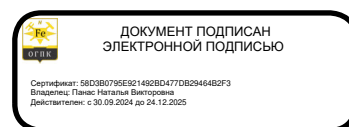
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ОЛЕНЕГОРСКИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

И.Р. Машнина

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.



**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

учебной дисциплины

**ОП.13 Материаловедение**

по специальности/профессии

**21.02.15 Открытые горные работы**

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе:  
Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности **21.02.15 Открытые горные работы;**

- основной профессиональной образовательной программы (ОПОП СПО);
- учебного плана по специальности **21.02.15 Открытые горные работы;**
- рабочей программы учебной дисциплины **Материаловедение**

Разработчик:

ГАПОУ МО «ОГПК»

Преподаватель \_\_\_\_\_ Н.Ф. Короткова

## **КОМПЛЕКТ КОС РАССМОТРЕН**

на заседании цикловой методической комиссии

общеобразовательных дисциплин и профессиональных модулей

Протокол № 1 от «23» сентября 2022 г.

Комплект КОС рекомендован к переутверждению на \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
учебный год \_\_\_\_\_  
с изменениями без изменений)

(лист с внесенными изменениями прикладывается к рабочей программе).

## **КОМПЛЕКТ КОС РАССМОТРЕН**

на заседании цикловой методической комиссии

\_\_\_\_\_  
(наименование ЦМК)

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_  
подпись (инициалы, фамилия)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств	5
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке	6
3. Оценка освоения учебной дисциплины	10
4. Контрольно-измерительные материалы для организации и проведения текущего контроля успеваемости аттестации по учебной дисциплине	11
5. Контрольно-оценочные материалы для организации и проведения промежуточной (итоговой) аттестации по учебной дисциплине.	20
6. Лист согласования	22

## 1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

Комплект контрольно-оценочных средств (КОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины.

В результате освоения учебной дисциплины «Материаловедение» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности среднего профессионального образования **21.02.15 Открытые горные работы** следующими умениями, знаниями, общими и профессиональными компетенциями:

У1 - определять свойства конструкционных материалов, применяемых в производстве, по маркировке, по внешнему виду, свойствам, составу, назначению и способу приготовления и классифицировать их; определять твердость материалов; определять режимы термообработки стали;

У2 - выбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;

З1 - классификацию, основные виды, маркировку, область применения и виды обработки конструкционных материалов, основные сведения об их назначении и свойствах, принципы их выбора для применения в производстве; методы измерения параметров и определения свойств материалов; основные сведения о кристаллизации и структуре расплавов; особенности строения металлов и сплавов; основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;

З2 - основные свойства полимеров и их использование; свойства смазочных и пленкообразующих материалов;

З3 - виды механической, химической и термической обработки металлов и сплавов; способы защиты металлов от коррозии;

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Планировать ведение горных работ и оформлять техническую документацию.

ПК 1.2. Организовывать и контролировать ведение горных работ на участке.

ПК 1.3. Организовывать и контролировать ведение взрывных работ на участке.

ПК 1.4. Обеспечивать выполнение плановых показателей.

## 2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций:

Таблица 1.

Результаты обучения: умения, знания, общие и профессиональные компетенции	Показатели оценки результата	Форма контроля и оценивания
<p>У1 - определять свойства конструкционных материалов, применяемых в производстве, по маркировке, по внешнему виду, свойствам, составу, назначению и способу приготовления и классифицировать их; определять твердость материалов; определять режимы термообработки стали;</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение</p>	<p>-воспроизводят и применяют знания о свойствах материала, способах обработки;</p> <p>-определяют способы обработки материала;</p> <p>-формулируют показатели качества и методы их оценки материала;</p> <p>-стремятся к приобретению новых профессиональных знаний и умений;</p> <p>-занимаются творчеством;</p> <p>- самостоятельно находят, анализируют и отбирают необходимую информацию</p> <p>- умеют планировать и организовывать свою деятельность;</p>	<p>Практические работы №1-10</p> <p>Устный опрос, тестирование по темам</p> <p>Зачет</p>

<p>квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.1. Планировать ведение горных работ и оформлять техническую документацию.</p> <p>ПК 1.2. Организовывать и контролировать ведение горных работ на участке.</p> <p>ПК 1.3. Организовывать и контролировать ведение взрывных работ на участке.</p> <p>ПК 1.4. Обеспечивать выполнение плановых показателей.</p>		
<p>У2 - выбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;</p> <p>З1 - классификацию, основные виды, маркировку, область применения и виды обработки конструкционных материалов, основные сведения об их назначении и свойствах, принципы их выбора для применения в производстве; методы измерения параметров и определения свойств материалов; основные сведения о кристаллизации и структуре расплавов; особенности строения металлов и сплавов; основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять</p>	<p>-воспроизводят и применяют знания о свойствах конструкционных материалов, маркировке металлов;</p> <p>-формулируют показатели качества и методы их оценки материала;</p> <p>-стремятся к приобретению новых профессиональных знаний и умений;</p> <p>-занимаются творчеством;</p> <p>- самостоятельно находят, анализируют и отбирают необходимую информацию</p> <p>- умеют планировать и организовывать свою деятельность;</p>	<p>Практические работы №1, 2-7, 8-10</p> <p>Устный опрос, тестирование по темам</p> <p>Зачет</p>

<p>задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.1. Планировать ведение горных работ и оформлять техническую документацию.</p> <p>ПК 1.2. Организовывать и контролировать ведение горных работ на участке.</p> <p>ПК 1.3. Организовывать и контролировать ведение взрывных работ на участке.</p> <p>ПК 1.4. Обеспечивать выполнение плановых показателей.</p>		
<p>32 - основные свойства полимеров и их использование; свойства смазочных и пленкообразующих материалов;</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.2. Организовывать и контролировать ведение горных работ на участке.</p> <p>ПК 1.3. Организовывать и контролировать ведение взрывных работ на участке.</p> <p>ПК 1.4. Обеспечивать выполнение плановых показателей.</p>	<p>-воспроизводят и применяют знания о свойствах неметаллических материалов, технических жидкостях, материалов со специальными свойствами;</p> <p>-определяют необходимые свойства материалов, способы их обработки;</p> <p>-стремятся к приобретению новых профессиональных знаний и умений;</p> <p>- выполняют деятельность по образцу;</p> <p>-занимаются творчеством;</p> <p>- самостоятельно находят, анализируют и отбирают необходимую информацию</p> <p>- умеют планировать и организовывать свою деятельность;</p>	<p>Практическая работа №10</p> <p>Устный опрос, тестирование по темам</p> <p>Зачет</p>
<p>33 - виды механической, химической и термической обработки металлов и сплавов;</p>	<p>-воспроизводят и применяют знания о видах обработки металлов и</p>	<p>Практические работы №1-10</p> <p>Устный опрос,</p>



<p>способы защиты металлов от коррозии</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.2. Организовывать и контролировать ведение горных работ на участке.</p> <p>ПК 1.3. Организовывать и контролировать ведение взрывных работ на участке.</p> <p>ПК 1.4. Обеспечивать выполнение плановых показателей.</p>	<p>сплавов;</p> <p>- воспроизводят и применяют знания о способах защиты металлов от коррозии;</p> <p>-определяют необходимые свойства материала для конкретных условий эксплуатации;</p> <p>-стремятся к приобретению новых профессиональных знаний и умений;</p> <p>- выполняют деятельность по образцу;</p> <p>-занимаются творчеством;</p> <p>- самостоятельно находят, анализируют и отбирают необходимую информацию</p> <p>- умеют планировать и организовывать свою деятельность;</p>	<p>тестирование по темам</p> <p>Зачет</p>
---	---	---

Комплексная проверка умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций осуществляется в форме текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной (итоговой) аттестации по дисциплине.

Текущий контроль осуществляется преподавателями ежеурочно при проведении учебных занятий.

Формой итоговой аттестации по учебной дисциплине является зачет.

### 3. Оценка освоения учебной дисциплины

**Таблица 2 - Контроль и оценка освоения учебной дисциплины «материаловедение» по разделам (темам)**

Элемент учебной дисциплины	З1	З2,	З3	У1	У2	ОК1	ОК2	ОК3	ОК4	ОК5	ОК6	ОК7	ОК8	ОК9	ПК1.1	ПК1.2	ПК1.3	ПК1.4
Раздел 1 Основные понятия о строении, структуре и свойствах металлов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Раздел 2 Теория сплавов	+			+	+	+			+	+			+	+	+	+	+	+
Раздел 3 Железоуглеродистые сплавы		+	+	+	+			+	+	+			+	+	+	+	+	+
Раздел 4 Основы термической и химикотермической обработки стали	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Раздел 5 Цветные металлы и сплавы	+	+	+	+	+	+		+	+	+			+		+	+	+	+
Раздел 6 Антифрикционные материалы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 7 Неметаллические материалы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

#### 4. Контрольно-измерительные материалы для организации и проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

##### Образцы заданий для практических работ.

##### Практическая работа №1 Методы исследования структуры металлов и сплавов

Цель. Изучить методику приготовления микро- и макрошлифов, методы выявления микро- и макроструктуры и дефектов стали.

Задание.

1. Изучить теоретический материал (конспект, методические указания к практической работе).

2. Ответить на вопросы:

Вариант 1	Вариант 2
2.1. Назначение макроанализа	2.1. Назначение микроанализа
2.2. Описать технологию приготовления микрошлифов	2.2. Описать технологию приготовления макрошлифов
2.3. Какие требования предъявляются к поверхности микро- и макрошлифов	2.3. Какие требования предъявляются к поверхности микро- и макрошлифов
2.4. Как выявляют ликвацию серы в стали? Что понимается под термином «ликвация»?	2.4. Как выявляют ликвацию фосфора в стали? Что понимается под термином «ликвация»?
2.5. От чего зависит способ вырезки образца для изготовления макро- и микрошлифов?	2.5. В каком случае применяют глубокое травление шлифа раствором соляной кислоты?
2.6. Какие дефекты можно определить при микроскопическом исследовании подготовленного к травлению образца?	2.6. Какие микроскопы используют при микроскопическом исследовании структуры металла?
2.7. Нарисуйте принципиальную схему оптического микроскопа.	2.7. Нарисуйте принципиальную схему оптического микроскопа.
2.8. Нарисуйте макроструктуру литой детали. Чем она отличается от макроструктуры ковanej детали?	2.8. Нарисуйте макроструктуру ковanej детали. Чем она отличается от макроструктуры детали, вырезанной из проката?
2.9. Можно ли использовать метод макро- и микроанализа для изучения структуры готовой к эксплуатации детали?	2.9. Какие методы исследования внутренней структуры металла применяют для готовых к эксплуатации или эксплуатируемых деталей?
2.10. Почему нельзя судить о строении сплава по зеркальной поверхности полированного микрошлифа?	2.10. В чем заключается сущность процесса травления?

3. Сделать вывод о проделанной работе.

## Теоретический материал

### Приготовление макрошлифов

**Место и способ вырезки образца.** Образец для макроанализа вырезают в определенном месте и в определенной плоскости в зависимости от того, что подвергают исследованию — отливку, поковку, штамповку, прокат, сварную или термически обработанную деталь, и что требуется выявить и изучить — первичную кристаллизацию, дефекты, нарушающие сплошность металла, неоднородность структуры. Поэтому образцы вырезают из одного или нескольких мест слитка, заготовки или детали как в продольном, так и в поперечном направлениях.

**Получение плоской поверхности образца.** Поверхность образца для макроанализа обрабатывают на фрезерном или строгальном станке (если материал с невысокой твердостью) или на плоско-

шлифовальном станке (если материал твердый). Для получения более гладкой поверхности образец шлифуют вручную.

При шлифовании по поверхности образца водят шлифовальной шкуркой, обернутой вокруг деревянного бруска. Шлифование начинают шкуркой с наиболее грубым абразивным зерном, затем постепенно переходят на шлифование шкуркой с более мелким зерном. При переходе с одного номера шкурки на другой направление шлифования меняют на  $90^\circ$ . После шлифования образцы протирают ватой и подвергают травлению.

#### Выявление неоднородности распределения (ликвации) серы и фосфора

**Выявление ликвации серы.** Для выявления в стали ликвации серы применяют метод Баумана, для выполнения которого необходимо:

1. Макрошлиф хорошо протереть ватой, смоченной спиртом, и положить на стол шлифовальной поверхностью вверх.

2. Лист глянцевой бромосеребряной фотографической бумаги вымочить на свету в течение 5—10 мин в 5%-ном водном растворе серной кислоты, слегка просушить между двумя листами фильтровальной бумаги для удаления избытка раствора, наложить эмульсионной стороной на макрошлиф и, приглаживая сверху рукой или резиновым валиком, удалить образующиеся пузырьки газов, выдержать на макрошлифе в течение 2—3 мин и осторожно снять с макрошлифа.

3. Полученный отпечаток промыть в воде, зафиксировать в 25%-ном водном растворе гипосульфита, снова промыть в воде и просушить.

Полученные на фотобумаге участки коричневого цвета указывают на места, обогащенные серой (скопления сульфидов). Если же фотобумага имеет равномерную окраску, то, следовательно, сера распределена равномерно.

**Выявление ликвации фосфора.** Ликвацию фосфора в стали выявляют травлением отшлифованного образца в реактиве состава: 85 г хлорной меди, 53 г хлористого аммония в 1000 см<sup>3</sup> воды.

Для выявления ликвации необходимо:

1. Отшлифованную поверхность образца протереть ватой, смоченной спиртом.

2. Образец погрузить в указанный реактив и выдержать в нем 1—2 мин. При выдержке образца в реактиве железо растворяется и вытесняет медь, которая осаждается на поверхности образца.

3. После выдержки образец вынуть из реактива. Вся поверхность образца должна быть покрыта медью.

4. Струей воды смыть с поверхности слой меди и протереть макрошлиф мокрой ватой.

5. Просушить образец.

Более темные, т. е. глубоко протравленные участки — это места, обогащенные фосфором, так как чем больше в железе фосфора, тем быстрее оно растворяется; светлые участки — места с меньшим содержанием фосфора.

### Выявление дефектов, нарушающих сплошность металла

Для выявления в стали дефектов, нарушающих сплошность металла (трещин, пор, раковин), производится глубокое травление отшлифованного образца водным раствором соляной кислоты ( $50 \text{ см}^3 \text{ HCl}$ ,  $50 \text{ см}^3$  воды).

Работу необходимо выполнять следующим образом:

1. Отшлифованную поверхность образца протереть ватой, смоченной спиртом.
2. В водяную баню, установленную в вытяжном шкафу (так как при травлении выделяются ядовитые газы), поместить фарфоровую ванну, налить в нее реактив и нагреть до температуры  $60\text{—}70^\circ \text{C}$ .
3. Образец при помощи щипцов погрузить в горячий реактив и выдержать в нем  $10\text{—}45 \text{ мин}$ .
4. После выдержки образец при помощи щипцов вынуть из реактива.
5. Образец промыть водой, затем  $10\text{—}15\%$ -ным водным раствором азотной кислоты и просушить.

### Приготовление микрошлифов

**Место и способ вырезки образца.** Образец должен быть вырезан из такого места, которое давало бы характеристику внутреннего строения всего исследуемого материала, а не только того места,

из которого вырезан образец. Для более полной характеристики материала можно брать пробу для микроанализа из нескольких характерных мест.

Кроме правильного выбора места вырезки образца имеет значение также правильный выбор той поверхности, по которой надо приготовить микрошлиф. Если, например, исследуется прокатный металл, то на вырезанном образце подготавливается поверхность (микрошлиф), которая характеризует направление течения металла.

Образец из материала с невысокой твердостью (например, отожженной стали) вырезают на металлорежущих станках или механической или ручной ножовкой; из твердого материала (например,

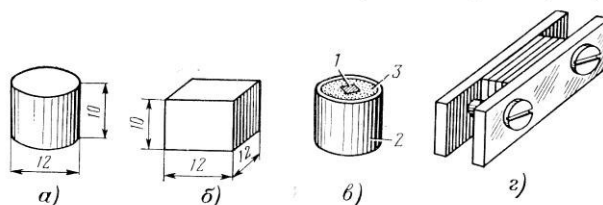


Рис. 3.1 Нормальные размеры металлографических образцов (а и б) и приспособления для приготовления микрошлифов (в и г):

1 — образец; 2 — трубка; 3 — сера или легкоплавкий сплав

закаленной стали) — при помощи тонкого наждачного круга, но так, чтобы образец не сильно нагревался (не выше  $100^\circ \text{C}$ ) во избежание изменения структуры.

**Размеры и форма образца.** Быстрота и удобство подготовки микрошлифа зависят в значительной степени от размеров образца. Удобной является цилиндрическая форма образца диаметром  $10\text{—}12 \text{ мм}$  и высотой  $0,7\text{—}0,8$  диаметра, например диаметром  $12 \text{ мм}$  и высотой  $10 \text{ мм}$  (рис. 3.1, а). Удобны также прямоугольные образцы, например, с площадью основания  $12 \times 12 \text{ мм}$  и высотой  $10 \text{ мм}$  (рис. 3.1, б).

На вырезанном образце выравнивают поверхность, предназначенную для микроанализа. Это выполняют опиливанием напильников или на абразивном круге.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохоцкий А.И. Кунявский М.Н. Металловедение. — М.: Издательство «Металлургия», 1990.
2. Самохоцкий А.И. Кунявский М.Н. Лабораторные работы по металлловедению. — М.: Издательство «Машиностроение», 1990.

### Самостоятельная работа

Завершить выполнение работы.

### Практическая работа №2 «Методы определения твердости металлов и сплавов»

Цель. Изучить методику измерения твердости различными методами, ознакомиться с условиями применения того или иного метода, устройством приборов для измерения твердости, проследить зависимости твердости и прочности.

Оборудование. Виртуальные приборы Бринелля, Роквелла, образцы металлов и сплавов.  
Задание.

1. Изучить теоретический материал (конспект, методические указания к практической работе).
  2. Ознакомиться с приборами и методами определения твердости.
  3. По заданным значениям результатов измерения твердости (таблица 1) определить значения твердости по Бринеллю (см. приложение).
  4. Определить значения предела прочности и значения твердости по Роквеллу по результатам измерения твердости по Бринеллю.
  5. Заполнить таблицу экспериментальных и расчетных данных (таблица 2).
- Проанализировать результаты, а именно сравнить величины твердости черных и цветных металлов.
6. Привести краткое описание метода определения твердости по Бринеллю (четные варианты) и по Роквеллу (нечетные варианты), область применения описанного метода, устройство прибора. В чем заключается сущность определения твердости по Виккерсу, в каких случаях применяется этот метод?
  7. Сделать вывод о проделанной работе.

Таблица 1 - экспериментальные данные

Вариант	Марки стали	Диаметр отпечатка, приведенный к $d_{10}$ , мм	Марки цветных сплавов	Диаметр отпечатка, приведенный к $d_{10}$ , мм
1	Ст2	3,65	АМг6	3,35
2	Ст3	3,55	АД35	4,8
3	Ст4	3,4	АК4	3,8
4	Ст5	3,2	АК8	3,45
5	Ст6	3,05	АЛ2	5,15
6	08	3,95	АЛ4-1	4,25
7	15	3,75	АЛ3	5,05
8	25	3,45	Л90	4,1
9	30	3,3	Л70	3,95
10	40	3,1	ЛМц59-2	3,3
11	45	3,05	Л63	3,85
12	50	3,0	ЛЦ40С	4,65
13	55	2,95	ЛЦ24С2	5,25
14	60	2,9	БрОЦ4-3(закален.)	3,45
15	15Х	2,85	БрОЦ7-0,2 (без ТО)	4,05
16	20Х	2,7	БрОЦ4-3 (закален.)	3,45
17	40Х	2,45	БрО10Ф1(без ТО)	4,35
18	20Г	3,45	МЛ3	5,15
19	50Г	2,95	МЛ5	5,25
20	30Г2	3,1	ВТ14 (закален.)	2,35
21	40Х6	2,2	ВТ1 (без ТО)	3,6
22	38Х2Ю	2,55	ЛМц58-2	3,3
23	20ХН4ФА	2,55	Л63	3,85
24	38ХГН	2,7	АД35	4,8
25	38ХН3Ф	2,45	АК4	3,8

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные данные

Материал	Нагрузка, кГ/кН	Диаметр шарика D,	Диаметр отпечатка	Время испытания,	Твердость НВ	Твердость HRC	Предел прочности
----------	-----------------	-------------------	-------------------	------------------	--------------	---------------	------------------

		мм	d, мм	c			$\sigma_B$ , МПа

### Теоретическая часть.

#### ИСПЫТАНИЕ НА ТВЕРДОСТЬ

Твердостью называется сопротивление металлов проникновению в них другого, более твердого тела. Из всех видов механических испытаний испытание металлов на твердость проводят чаще всего. Это объясняется тем, что испытание на твердость имеет существенные преимущества по сравнению с другими видами механических испытаний, а именно:

- 1) изделие не разрушается и после испытания поступает в эксплуатацию;
- 2) простота и быстрота испытания;
- 3) простота работы на приборах.

Методы испытания на твердость могут быть разделены на следующие:

- 1) вдавливание;
- 2) царапание;
- 3) качание маятника;
- 4) упругая отдача;
- 5) магнитный.

Наиболее распространенным является метод вдавливания, при котором твердость определяют:

- 1) по величине поверхности отпечатка от вдавливания стального шарика при испытании на прессе типа Бринеля;
- 2) по глубине отпечатка при вдавливании алмазного конуса или стального шарика при испытании на приборе типа Роквелла;
- 3) по величине поверхности отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды при испытании на приборе типа Виккерса.

#### Испытание вдавливанием стального шарика(по Бринеллю)

При определении твердости по величине поверхности отпечатка от вдавливания стального шарика по Бринеллю в качестве твердого тела, вдавливаемого в испытываемый материал, применяют стальной закаленный шарик диаметром 2,5; 5 или 10 мм (рис. 1)

Отношение давления  $P$  к поверхности  $F$  полученного отпечатка (шарового сегмента) дает число твердости, обозначаемое  $HB$  ( $H$  — начальная буква слова Hardness — твердость,  $B$  — начальная буква названия метода определения твердости. Значения твердости по Бринеллю обычно дают без указания размерности).

$$HB = P/F \text{ (кг/мм}^2\text{)}.$$

Число твердости, выраженное через диаметр шарика  $D$  и диаметр отпечатка (сегмента)  $d$ , характеризуется следующей формулой:

$$HB(HBW) = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \text{кгс/мм}^2$$

Диаметр отпечатка измеряют специальной лупой (см. рис. 2). Для того чтобы не прибегать к длительным и довольно сложным вычислениям твердости по приведенной выше формуле, на практике пользуются специальной таблицей, которая дает перевод диаметра отпечатка в число твердости  $HB$  (см. таблицу 1).

Испытывать можно только те материалы, твердость которых не превышает 450  $HB$ , так как при испытании материалов с большей твердостью стальной шарик при вдавливании будет деформироваться и результат получится неправильным. Чтобы при вдавливании шарика не происходило продавливания материала, толщина его должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка.

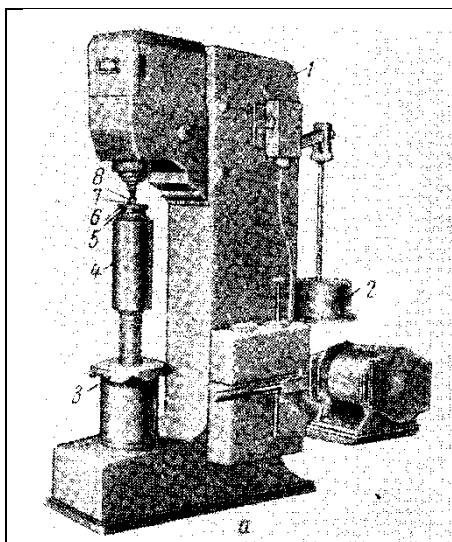


Рис. 1. Испытание на твердость по Бринелю:

а — механический пресс, Бринеля; 1 — станина; 2 — груз; 3 — маховик; 4 — шпиндель; 5 — стол; 6 — испытываемый образец; 7 — стальной закаленный шарик; 8 — шпиндель;

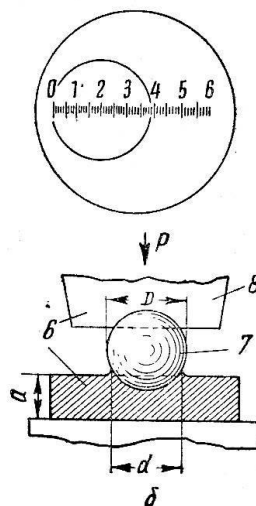


Рис. 2. Схема испытания и измерения диаметра отпечатка при помощи лупы

Диаметр шарика и нагрузку устанавливают в зависимости от испытываемого металла, твердости и толщины его. При испытании стали и чугуна  $P = 30D^2$  [например,  $D = 10$  мм,  $P = 29420$  Н (3000 кГ)];

при испытании меди, латуни, бронзы  $P = 10D^2$  [например,  $D = 10$  мм,  $P = 9806$  Н (1000 кГ)]; при испытании алюминия, подшипниковых

сплавов  $P = 2,5D^2$  [например,  $D = 10$  мм,  $P = 2452$  Н (250 кГ)].

В зависимости от марки материала время испытания может колебаться от 10 до 60 секунд. Например при испытании стали и чугуна – 10 секунд, цветных сплавов – 30 секунд.

Твердость по этому методу определяют на прессе Бринеля (см. рис. 1).

По величине твердости можно с некоторым приближением судить о прочности металла при растяжении, так как между числом

твердости  $HB$  и прочностью  $\sigma_B$  существует примерное соотношение:

$$\sigma_B = \frac{10(HB-40)}{6}, \text{ МПа}$$

### Испытание вдавливанием алмазного конуса (по Роквеллу)

При определении твердости по глубине вдавливания алмазного конуса или стального шарика по Роквеллу в качестве твердого тела, вдавливаемого в испытываемый материал, применяют алмазный конус с углом  $120^\circ$  или стальной закаленный шарик диаметром 1,59 мм (1/16»). Величина твердости представляет собой разность глубин отпечатков, получаемых на испытываемом предмете от вдавливания алмазного конуса или стального шарика под двумя нагрузками: предварительной и окончательной (рис.3).

Предварительная нагрузка равна 98 к (10 кГ), а окончательная, т. е. предварительная плюс основная, составляет в Н (кГ):

При вдавливании стального шарика (шкала В)  $\cdot \frac{980}{1470}$  (100)  
 При вдавливании алмазного конуса: (шкала С)  $\cdot \frac{1470}{588}$  (150)  
 (шкала А)  $\cdot \frac{588}{588}$  (60)

Стальной шарик (шкала В) применяют при определении твердости незакаленной стали, бронзы, латуни и других нетвердых материалов, а алмазный конус — для твердых материалов, например закаленной стали (шкала С), сверхтвердых сплавов, а также для определения твердости тонких поверхностных слоев (шкала А).

Число твердости по Роквеллу — число отвлеченное и выражается в условных единицах.

В зависимости от того, применяют ли стальной шарик или алмазный конус и нагрузки, при которой проводят испытание (т. е. по какой шкале — В, С или А), число твердости обозначают  $HRB$ ,  $HRC$ ,  $HRA$ .

Твердость определяют на приборе типа Роквелла.

Определение твердости по Роквеллу очень распространено для контроля качества продукции, так как позволяет испытывать как мягкие, так и самые твердые материалы, а также твердые поверхностные слои. Получающиеся от стального шарика и алмаза отпечатки очень малы и не портят поверхность детали, длительность испытания 40-60 секунд, величина



твердости читается прямо на шкале прибора без каких-либо дополнительных измерений и пересчета.

Между твердостью, определенную методами Роквелла и Бринелля имеется зависимость:  $HRC=0,1HB$

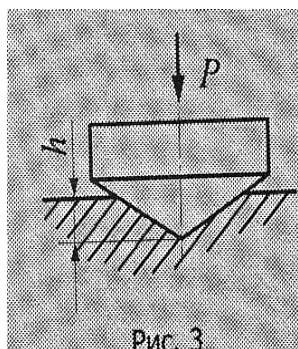


Рис. 3

### Испытание вдавливанием алмазной пирамиды (по Виккерсу)

При определении твердости по величине отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды в качестве твердого тела, вдавливаемого в испытываемый материал, применяют четырехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине  $136^\circ$ . По нагрузке, приходящейся на единицу поверхности отпечатка, определяют число твердости, обозначаемое  $HV$  (значения твердости по Виккерсу обычно дают без указания размерности):

$$HV = 2P \cdot \sin \alpha / d^2 = 1,85P/d^2$$

где  $P$  — нагрузка на пирамиду,  $H$  (кГ);

$d$  — среднее арифметическое длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки, мм (рис.4);  $\alpha$  — угол между противоположными гранями пирамиды при вершине, равный  $136^\circ$ . Твердость определяют на приборе Виккерса..

Для определения числа твердости  $HV$  по величине диагонали отпечатка пользуются специальной таблицей.

Числа твердости  $HV$  до 400 единиц совпадают с числами твердости  $HB$  (по Бринеллю), а при твердости более 400 они превышают числа  $HB$  и тем больше, чем выше твердость.

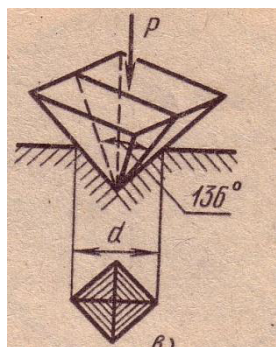


Рис.4. Схема определения твердости по Виккерсу

## ПРИЛОЖЕНИЕ1

Таблица определения твердости по Бринеллю

Диаметр отпечатка d, мм	Число твердости по Бринеллю	Диаметр отпечатка d, мм	Число твердости по Бринеллю	Диаметр отпечатка d, мм	Число твердости по Бринеллю	Диаметр отпечатка d, мм	Число твердости по Бринеллю
2,15	780	3,15	375	4,15	215	5,20	131
2,20	764	3,20	363	4,20	207	5,25	128
2,25	735	3,25	352	2,25	201	5,30	126
2,30	707	3,30	341	4,30	197	5,35	123
2,35	682	3,35	331	4,35	192	5,40	121
2,40	659	3,40	321	4,40	187	5,45	118

2,45	616	3,45	311	4,45	183	5,50	116
2,50	597	3,50	307	4,50	179	5,55	114
2,55	579	3,55	293	4,55	174	5,60	111
2,60	562	3,60	285	4,60	170	5,65	109
2,65	531	3,65	277	4,65	167	5,70	107
2,70	516	3,70	269	4,70	163	5,75	105
2,75	489	3,75	262	4,75	159	5,80	103
2,80	477	3,80	255	4,80	156	5,85	101
2,85	455	3,85	248	4,85	152	5,90	99,2
2,90	444	3,90	241	4,90	149	5,95	97,3
2,95	429	3,95	235	4,95	146	6,00	95,5
3,00	415	4,00	230	5,00	143		
3,05	401	4,05	225	5,05	140		
3,10	388	4,10	220	5,10	137		

### Литература

1. Адашкин А. М. Материаловедение (металлообработка): учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. -288с.
2. Гелин Ф.Д, Металлические материалы, справочник, Минск, ВШ, 1987.
3. Заплатин В.Н., Сапожков Ю.И. Лабораторный практикум по материаловедению. М.: Издательский центр «Академия», 2010.
4. Заплатин В.Н., Сапожков Ю.И. Справочное пособие по материаловедению. М.: Издательский центр «Академия», 2009.
5. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. Пособие для студ. учреждений сред. проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 210с.
6. Черепяхин А.А. Материаловедение: учебник для студ.учреждений сред.проф.образования.- М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 272с.

### Самостоятельная (домашняя) работа

Завершить выполнение работы.

#### Практическая работа №6 «Изучение области применения железоуглеродистых сплавов. Работа со справочником»

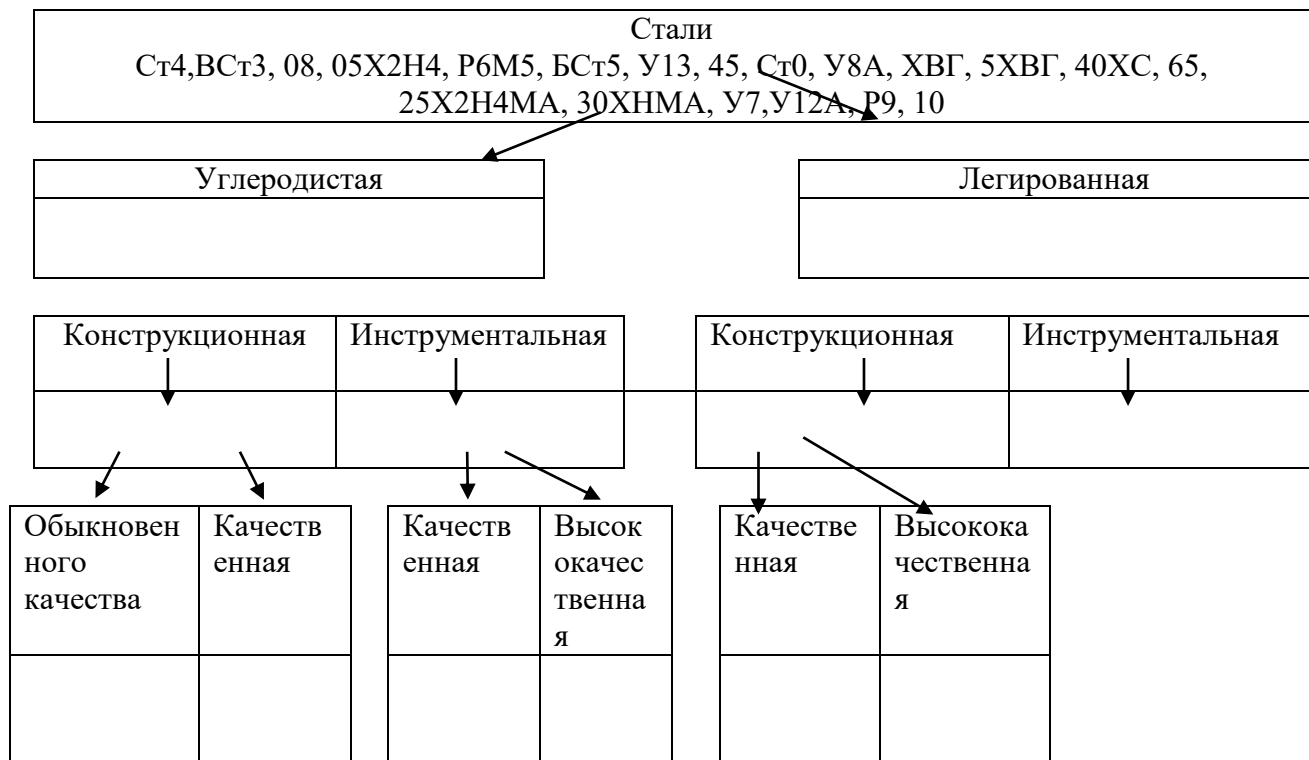
Цель. Научиться «читать» марки сталей и чугунов, по справочнику определять назначение сплава, выбирать сплавы по их назначению.

Задание.

1.Изучить теоретический материал (конспект; методические указания к практической работе; Металлические материалы, справочник, Гелин Ф.Д, . Минск. ВШ, 1987).

2.Выполнить задания

2.1. Распределить стали по химическому составу, назначению и качеству в соответствии с их классификацией по предложенной схеме



## 2.2. Расшифровать марки железоуглеродистых сплавов

Вариант	Марка сплава	Вариант	Марка сплава
1	08кп, СЧ10, 5ХМГ	14	У12А, 20Х17Н2, ВЧ70
2	БСт6кп, ХВГ, ВЧ35	15	60, 4Х5МФС, КЧ45-7
3	15, 9ХФ, КЧ 30-6	16	ВСт2пс, 5ХНМ, СЧ35
4	08пс, 9ХС, СЧ15	17	У10А, 12Х13, ВЧ60
5	40,9ХВГ, ВЧ40	18	85, 5ХГМ, КЧ50-5
6	65, 9Х5ВФ, КЧ 33-8	19	Ст4пс, Х12Ф1, СЧ10
7	Ст3кп, 6ХВФ, СЧ20	20	У10, 08Х17Т, ВЧ80
8	У13А, 06ХН2МДТ, ВЧ45	21	25, 6ХС, КЧ55-4
9	БСт5пс, Х12ВМФ, КЧ35-10	22	ВСт3кп, 6ХВ2С, СЧ15
10	У10А, 08Х18Н10, СЧ25	23	45, Х12, ВЧ100
11	ВСт3Гсп, 4ХС, ВЧ50	24	У8Г, 08Х18Н10Т, КЧ60-3
12	У7, 09Х15Н8Ю, КЧ37-12	25	БСт2пс, Х12ВМФ, СЧ20
13	20, 6ХВ2С, СЧ30	26	10пс, 5Х3МФС, ВЧ35

## 2.3. Определить применение приведенных в задании 2 сплавов.

## 2.4. Подобрать марку стали для изготовления:

Режущих инструментов при обработке улучшенных легированных и нержавеющей сталей	Варианты с 1 по 13
Черновых и получистовых инструментов при обработке высокопрочных, нержавеющей сталей и жаропрочных сталей и сплавов	Варианты с 14 по 26

2.5.Расшифровать марку сплава, подобранную в п.2.4

3. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Самостоятельная (домашняя) работа**

Завершить выполнение работы. Закрепить изученный материал, расшифровав марки стали: ВСт3, 08, 05Х2Н4, Р6М5.

## **5. Контрольно-оценочные материалы для организации и проведения промежуточной (итоговой) аттестации по учебной дисциплине:**

КОМ предназначен для контроля и оценки результатов освоения учебной дисциплины «материаловедение». Предметом оценки являются умения и знания, практический опыт, формируемые общие и профессиональные компетенции.

Контроль и оценка осуществляются с использованием формы зачета.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование накопительной системы оценивания: **зачет/незачет**

### **Задания для организации и проведения промежуточной (итоговой) аттестации:**

Наличие полного комплекта зачетных практических работ

### **Контрольные вопросы:**

#### **Вариант 1**

Задание 1.

Назовите три особенности кристаллических материалов.

Эталон ответа: наличие постоянной температуры плавления (кристаллизации), свойства анизотропны, атомы сгруппированы в определенном порядке, образуя кристаллические решетки

Задание 2.. Отметьте свойства, относящиеся к механическим свойствам металлов и сплавов:

а) –теплоемкость; б) пластичность; в) жаростойкость; г) прочность; д) усталость

Эталон ответа: б, г,д

Задание 3. Вставьте пропущенное слово:

Деформации, исчезающие после снятия нагрузки, называются \_\_\_\_\_ деформациями

Эталон ответа: остаточными или пластическими

Задание 4. Выберите правильный ответ.

Если компоненты в сплаве не могут образовать новое вещество, не могут растворяться друг в друге, то они образуют:

- а) твердый раствор внедрения
- б) твердый раствор замещения
- в) механическую смесь
- г) химическое соединение

Эталон ответа: в

Задание 5. Выберите правильный ответ.

Примесь, входящая в состав чугунов и сталей, которая повышает хрупкость, ухудшает обрабатываемость резанием, приводит к разрушению при низких температурах:

- а) сера; б) фосфор; в) марганец; г) кремний

Эталон ответа: б

Задание 6. Расшифровать марку стали: 08кп,

Эталон ответа: сталь углеродистая, качественная, конструкционная, кипящая, содержит 0,08% углерода

Задание 7. Расшифровать марку стали: 05Х4М2А

Эталон ответа: сталь легированная, высококачественная, конструкционная. Содержит 0,05% углерода, 4% хрома, 2% молибдена.

Задание 8. Расшифровать марку чугуна: СЧ 25

Эталон ответа: серый чугун, предел прочности 250МПа

Задание 9. Перечислите основные стадии термообработки:

1-

2-

3-

Эталон ответа: 1 – нагрев, 2 – выдержка, 3 - охлаждение

Задание 10. Выберите правильный ответ.

Вид дефекта, который встречается только после закалки:

а) окисление; б) коробление; в) недостаточная твердость

Эталон ответа: в

Задание 11. Расшифровать марку цветного металла или сплава: А95

Эталон ответа: алюминий технически чистый, содержит алюминия 99,95% Задание 12.

Расшифровать марку цветного металла или сплава: Л73

Эталон ответа: латунь, содержит 73% меди, остальное цинк

Задание 13. Расшифровать марку цветного металла или сплава: Бр 0Ф 0,8-0,3 Эталон

ответа: бронза, содержит олова 0,8%, фосфора 0,3%, остальное медь

Задание 14. Расшифровать марку припоя: ПОС 61

Эталон ответа: припой оловянно-свинцовый, олова 61%, остальное свинец.

Задание 15. Выберите правильный ответ:

Дизельное топливо, применяемое при температуре ниже «минус» 45<sup>0</sup>С:

а) ДЛ; б) Л; в) А

Эталон ответа: в

## 1. Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте контрольные вопросы. Выберите правильные ответы, отметьте их кружком. Допишите пропущенные слова. Сформулируйте и напишите ответы. Время подготовки ответа – 30-40 минут

## 2. Литература для обучающихся

1. Адашкин А. М. Материаловедение (металлообработка): учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. -288с.

2. Гелин Ф.Д., Металлические материалы, справочник, Минск, ВШ, 1987.

3. Заплатин В.Н., Сапожков Ю.И. Справочное пособие по материаловедению. М.: Издательский центр «Академия», 2009.

4. Черепяхин А.А. Материаловедение: учебник для студ. учреждений средн. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 320с.

### Условия проведения промежуточной (итоговой) аттестации

Зачет принимается в письменной форме. Группа сдает зачет в полном составе.

**Время представления заданий – 30-40 минут.**

**Оборудование:** бумага, ручка

### 1. Критерии оценивания

Владение программным материалом; прочность знаний; сформированность научного аппарата, применение методов, адекватных учебной задаче; точность определений и понятий

Номер вопроса	Количество баллов за правильный ответ
1	3

2	3
3	1
4	1
5	1
6	4
7	4
8	2
9	3
10	4
11	2
12	3
13	3
14	3
15	1

**Примечание.** Общее число оцениваемых показателей (баллов) – 36 (100%).

Шкала оценки образовательных достижений Процент результативности (правильных ответов)	Отметка уровня подготовки
60 и более (22-23)	«зачтено»
менее 60 (21 и менее)	«не зачтено»

## 6. Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту КОС на \_\_\_\_\_ учебный год

Дополнения и изменения к комплекту КОС на \_\_\_\_\_ учебный год по дисциплине \_\_\_\_\_

В комплект КОС внесены следующие изменения:

---



---



---



---

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании цикловой комиссии \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_).

Председатель ЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /