

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1 .
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ **Кобченко А.В.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
ОП.08 «Материаловедение»

По специальности СПО
22.02.06 Сварочное производство

Квалификация **техник**

Разработчик:
Преподаватель
Белгородский индустриальный
колледж
Баженова О.А.

Белгород 2020 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе дисциплины	3
1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ	3
1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ	4
2. Тематическое планирование лабораторных работ	7
3. Содержание лабораторных работ	8
Тема 1.1. Строение и свойства материалов	8
Лабораторная работа № 1. Изучение устройства и работы металлографического микроскопа	8
Лабораторная работа № 2. Испытание твердости в материалах	10
Тема 1.5. Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов.	12
Лабораторная работа № 3. Закалка углеродистых сталей	12
4. Информационное обеспечение обучения	21

1. Пояснительная записка

1.1 Краткая характеристика **ОП08 Материаловедение**, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе **дисциплины Материаловедение**.

В связи с введением в образовательный процесс нового Федерального государственного образовательного стандарта все более актуальной становится задача организации лабораторной работы обучающихся. Лабораторная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Дисциплина ОП08 «Материаловедение» изучается в 1-ом семестре. В целом рабочей программой предусмотрено 6 часов на выполнение лабораторных работ, что составляет 17 % от обязательной аудиторной нагрузки, которая составляет 32 часа, при этом максимальная нагрузка составляет 80 часов, из них 23 часов приходится на самостоятельную работу обучающихся.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по дисциплине ОП.08 «Материаловедение», качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания дисциплины и подготовиться к промежуточной аттестации в форме экзамена.

1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение лабораторных работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении лабораторных работ задания, выполняются обучающимися самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ

Курс лабораторных работ по дисциплине ОП.08 «Материаловедение» предусматривает проведение 3 работы, посвященных изучению:

- испытанию и определению механических свойств металлов и сплавов;
- проведение термической обработки металлов и сплавов;
- микроанализ металлов и сплавов.

При подготовке к проведению лабораторной работы необходимо:

- ознакомиться с лабораторным оборудованием;
- ознакомиться с порядком выполнения работы, **установить диапазон изменения всех измеряемых величин, а также значение оборудования (по заданию)**.

После выполнения лабораторной работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название лабораторной работы, ее цель;
- краткие, общие сведения об изучаемом лабораторном оборудовании;
- необходимый графический материал, указанный преподавателем при выполнении лабораторной работы (принципиальная схема лабораторной установки, графики);
- данные, полученные непосредственно из проводимых опытов;
- результаты обработки данных опытов с необходимыми пояснениями;

- графический материал, отображающий полученные в ходе опытов значения измеряемых величин;
- оценку результатов испытаний.

При работе в лаборатории необходимо руководствоваться инструкциями по технике безопасности, учитывающими все специфические особенности лаборатории.

В лаборатории нельзя находиться в отсутствие преподавателя или лица, ответственного за технику безопасности.

При нахождении в лаборатории следует находиться в рабочей зоне, указанной преподавателем. С самого начала необходимо убедиться в том, что испытательный стенд находится в полностью обесточенном (отключенном) состоянии.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо получить вводные инструкции преподавателя и внимательно ознакомиться с описанием лабораторного стенда и оборудованием.

Внимание! Включать лабораторные установки и выполнять какие-либо действия с приборами допускается ТОЛЬКО с разрешения преподавателя!

При обнаружении признаков неисправности, таких как: появление искрения, дыма, специфического запаха, **аномальных показаний измерительных приборов**, следует немедленно отключить все источники электроэнергии и сообщить о случившемся преподавателю.

При возникновении реальной опасности травматизма для одного или нескольких присутствующих, участники испытания должны произвести срочное отключение лаборатории от всех источников электроэнергии выключением вводного автомата. Лаборатории должны иметь средства пожаротушения и оказания первой медицинской помощи. На первом занятии изучаются правила техники безопасности и проводится вводный инструктаж с последующей проверкой его усвоения, о чем свидетельствует запись в журнале по технике безопасности кабинета/лаборатории, подписываемый преподавателем, проводившем инструктаж, и всеми обучающимися.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- определять свойства и классифицировать конструкционные материалы, применяемые в производства, по маркировке и внешнему виду;
- подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей;
- подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;
- проводить исследование по структурам материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные виды механической, термической и химической обработки материалов;
- виды прокладочных и уплотнительных материалов;
- закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, защиты от коррозии;
- особенности применения магнитных материалов в различных отраслях производства и в быту;
- особенности строения металлов и сплавов, технологию их производства;
- виды обработки металлов и сплавов;
- применение жидких и газообразных диэлектриков;
- свойства и область применения пластмасс, резины, керамики;

- сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием.

– Форсированность общеучебных и профессиональных компетенций:

ОК 01 Принимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии), проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 02 Организовывать собственную деятельность. Выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 03 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 04 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 05 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 06 Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 07 Брать на себя ответственность за работу членов команды, (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 08 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышения квалификации.

ОК 09 Ориентироваться в в условиях частной смены технологий в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.1 Применять различные методы, способы и приемы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2 Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

ПК 1.3 Выбирать оборудование, приспособления и инструменты для обеспечения производства сварных конструкций с заданными свойствами.

ПК 1.4 Хранить и использовать сварочную аппаратуру и инструменты в ходе производственного процесса.

ПК 2.1. Выполнять проектирование технологических процессов производства сварных конструкций с заданными свойствами.

ПК 2.2 Выполнять расчеты и конструирование сварных соединений и конструкций.

ПК 2.3 Осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.

ПК 2.4 Оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию.

ПК 2.5 Осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно-компьютерных технологий.

- ПК3.1** Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.
- ПК 3.2** Обоснованно выбирать и использовать методы, оборудование, аппаратуру и приборы для контроля металлов и сварных соединений.
- ПК 3.3** Предупреждать, выявлять и устранять дефекты сварных соединений и изделий для получения качественной продукции.
- ПК 3.4** Оформлять документацию по контролю качества сварки.
- ПК 4.1** Осуществлять текущее и перспективное планирование производственных работ.
- ПК 4.2** Производить технологические расчеты на основе нормативов технических режимов, трудовых и материальных затрат.
- ПК 4.3** Применять методы и приемы организации труда, эксплуатации оборудования, оснастки, средств механизации для повышения эффективности производства.
- ПК 4.4** Организовывать ремонт и техническое обслуживание сварочного производства по Единой системе планово-предупредительного ремонта.
- ПК 4.5** Обеспечивать профилактику и безопасность условий труда на участке сварочных работ.

- обоснованность и четкость изложения материала;
- уровень оформления работы.
- анализ результатов.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование лабораторных работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Раздел 1	Раздел 1. Физико-химические закономерности формирования структуры материалов		27
1.1	Тема 1.1. Строение и свойства материалов	Лабораторная работа №1. Изучение устройства и работы металлографического микроскопа	2
		Лабораторная работа №2 «Испытание твердости в материалах»	2
1.5	Тема 1.5. Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов.	Лабораторная работа №3 «Закалка углеродистых сталей»	2
		Итого: по лабораторным работам	6

3. Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа № 1.

Изучение устройства и работы металлографического микроскопа МИМ-7.

Задание

1. Изучить устройство и принцип работы металлографического микроскопа.
2. Зарисовать оптическую схему микроскопа.
4. Зарисовать микроструктуру образца стали.
4. Написать отчет по работе

Цель работы

Ознакомиться с методами микроскопического анализа.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь металлографический микроскоп; образцы для микроанализа; напильник; наждачное точило; шлифовальную шкурку различных номеров зернистости; толстые стекла; полировальный станок; полировальную жидкость; реактивы для травления; спирт; фарфоровую чашку; фильтровальную бумагу, вату.

Назначение микроанализа

Под микроанализом понимают изучение строения металлов и сплавов с помощью металлографического микроскопа при увеличении в 50—2000 раз.

При помощи микроанализа определяют:

- 1) форму и размер кристаллических зерен, из которых состоит металл или сплав;
- 2) изменение внутреннего строения сплава, происходящее под влиянием различных режимов термической и химико-термической обработки, а также после внешнего механического воздействия на сплав;
- 3) микропороки металла — микротрещины, раковины и т. п.;
- 4) неметаллические включения — сульфиды, окислы и др.

Микроскопический анализ включает приготовление микрошлифов и исследование их с помощью металлографического микроскопа.

Приготовление микрошлифов

Микрошлифом называется образец металла, поверхность которого подготовлена для микроанализа.

В зависимости от цели исследования и формы исследуемой детали выбирают место вырезки образца.

Размеры и форма образца. Удобной является цилиндрическая форма образца диаметром 10—12 мм и высотой 0,7—0,8 диаметра, например диаметром 12 мм и высотой 10 мм (рис. 3.1, *а*). Удобны также прямоугольные образцы, например, с площадью основания 12X12 мм и высотой 10 мм (рис. 3.1, *б*).

Образцы небольшого сечения (проволока, листы и др.) монтируются заливкой в специальные оправки (рис. 3.1, *в*). Кроме заливки в оправку, образцы малого размера можно монтировать в зажиме (рис. 3.1, *г*), а также запрессовывать в пластмассу (полистирол, бакелит и др.).

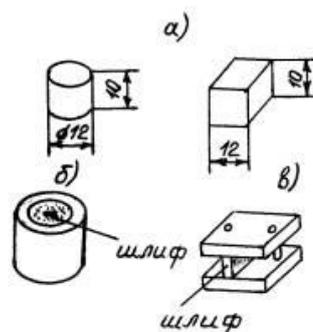


Рисунок -1 – форма и размеры образцов

Получение плоской поверхности образца. На вырезанном образце выравнивают поверхность, которая предназначена для микроанализа. Получение плоской поверхности достигается опилованием напильником (если материал мягкий) или заточкой на абразивном круге (если материал твердый).

Шлифование поверхности образца. Полученную плоскую поверхность образца шлифуют на шлифовальной (наждачной) шкурке с зёрнами различных размеров (номеров).

Шлифование начинают на шкурке с более крупным абразивным зерном, затем постепенно переходят на шкурку с более мелким абразивным зерном.

Шлифуют вручную на шкурке, положенной на толстое стекло, или на специальных шлифовальных станках. При шлифовании вручную образец подготовленной плоскостью прижимают рукой к шлифовальной шкурке и водят им по бумаге в направлении, перпендикулярном к рискам, полученным после опилования напильником. Шлифуют до полного исчезновения рисок, после этого поверхность образца протирают ватой (или промывают), поворачивают на 90° и шлифуют на шкурке с более мелким абразивным зерном до полного исчезновения рисок, полученных от предыдущего шлифования. При замене шкурки одного размера зернистости другим образец протирают ватой и поворачивают на 90° , чтобы риски при последующей обработке получались перпендикулярными к рискам от предыдущей обработки.

Можно шлифовать также специальными пастами, нанесенными на небольшие листы чертежной бумаги.

Механическое шлифование осуществляется на специальных шлифовальных машинах, имеющих несколько кругов диаметром 200—250 мм, приводимых во вращение от электродвигателя. На поверхность кругов надевают или наклеивают шлифовальную шкурку. Методика механического шлифования аналогична методике ручного шлифования.

Чтобы получить хорошее качество подготавливаемой поверхности образца, шлифование с самого начала надо вести правильно и аккуратно. Нельзя переходить с крупнозернистой шлифовальной шкурки сразу на мелкозернистую. В этом случае грубые риски полностью не устраняются, промежутки между ними заполняются металлом, опилками, наждаком, и поверхность образца только с виду кажется хорошо подготовленной. После дальнейшей обработки поверхности (полирования, травления) легко растворимый металл и опилки будут удалены и резко выступят грубые риски, которые придется удалять повторным шлифованием.

При шлифовании также не следует сильно нажимать на образец для ускорения работы, что иногда практикуется, так как это может вызвать заметный нагрев шлифуемой поверхности и внедрение абразивных зёрен в металл, в результате чего на микрошлифе будут черные точки.

Полирование поверхности образца. После окончания шлифования на шлифовальной шкурке самой мелкой зернистости полированием удаляют риски и обрабатываемая поверхность образца получается блестяще зеркальной. Полировать можно механическим и электролитическим способами.

Механическое полирование производят на специальном полировальном станке (рис. 3.2) с кругом диаметром 200—250 мм, обтянутым сукном или фетром. Частота вращения круга от электродвигателя 2 равна 700—800 об/мин. Сукно смачивают полировальной жидкостью. К вращающемуся кругу с сукном прижимают отшлифованной поверхностью образец и в процессе полирования поворачивают. Полируют до полного исчезновения рисок и получения зеркальной поверхности, что занимает при хорошо отшлифованной поверхности 5—10 мин.

Чтобы получить хороший результат полирования, образец не следует сильно прижимать к сукну, так как при этом хотя и ускоряется удаление рисок, но происходит деформирование поверхностного слоя и искажение структуры, выкрашивание хрупких включений. Сильный нажим на образец приводит также к более быстрому высыханию полировальной жидкости и к возможному пригоранию поверхности. Полировальными составами являются, взвешенные в воде мелкие порошки окиси алюминия (глинозем), окись хрома, окись железа (крокус) и окись магния (магнезия). Чаще для полирования применяют окись хрома и окись алюминия. Полировальную жидкость составляют в следующей пропорции: на 1 л воды 10—15 г окиси хрома или 5 г окиси алюминия.



После полирования образец промывают водой; полированную поверхность протирают ватой, смоченной спиртом, а затем просушивают прикладыванием фильтровальной бумаги или легким протиранием сухой ватой.

Чтобы предохранить полированную поверхность от окисления, образцы хранят в эксикаторе с хлористым кальцием.

Травление. По зеркальной поверхности образца, полученной после полирования, нельзя судить о строении сплава. Только неметаллические включения (сульфиды, оксиды, графит в сером чугуна) вследствие их окрашенности в различные цвета резко выделяются на светлом фоне полированного микрошлифа.

В связи с этим для выявления микроструктуры полированную поверхность образца подвергают травлению, т. е. действию растворов кислот, щелочей, солей. При травлении неоднородные участки металла или сплава становятся видимыми под микроскопом.

1. Образец держат в левой руке полированной поверхностью вверх, на поверхность наливают (при помощи капельницы или пипетки) небольшое

количество травителя так, чтобы травитель быстро разлился и покрыл всю полированную поверхность.

Продолжительность травления зависит от марки стали и структуры, но обычно достаточна выдержка в несколько секунд.

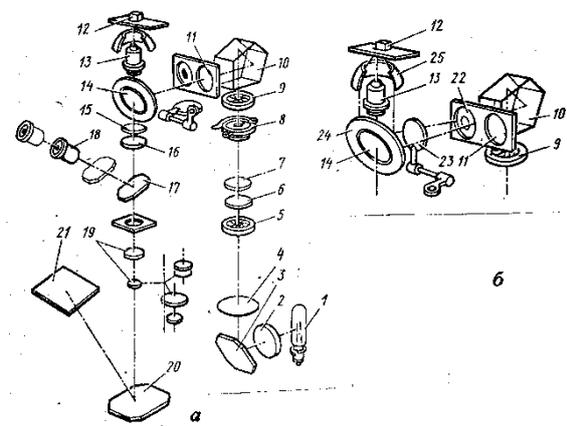
Признаком протравливания является потускнение поверхности. После травления микрошлиф промывают водой, протирают ватой, смоченной спиртом, а затем просушивают прикладыванием фильтровальной бумаги или слегка протирая сухой ватой.

В результате травления должно быть четкое выявление микроструктуры. Если структура недостаточно выявлена, следовательно, шлиф недотравлен, и его травят повторно. Если структура получается слишком темная и разъеденная, следовательно, шлиф перетравлен; тогда его нужно снова полировать и травить, уменьшив время выдержки или ослабив травитель,

Подготовленный для исследования микроструктуры микрошлиф рассматривают в металлографический микроскоп.

Микроскоп металлографический вертикальный МИМ-7

Оптическая схема микроскопа МИМ-7. Световые лучи от электрической лампы 1 (рис. 3.3, *a*) проходят через коллектор 2 и, отражаясь от зеркала 3, попадают на



светофильтр 4 (обычно желтый для получения изображения с резкими контурами), затем на апертурную диафрагму 5 (для ограничения световых пучков и получения высокой четкости изображения), линзу 6, фотозатвор 8, полевую диафрагму 9 (для ограничения освещенного поля рассматриваемого участка на микрошлифе), преломляются пентапризмой 10, проходят через линзу 11, попадают на отражательную пластинку 14, направляются в объектив 13 и на микрошлиф 12, установленный на предметном столике. Отразившись от микрошлифа 12, лучи вновь проходят через объектив 13 и, выходя из него параллельным пучком, попадают на отражательную пластинку 14 и ахроматическую линзу 16.

При визуальном наблюдении в ход лучей вводите зеркало 17, которое отклоняет лучи в сторону окуляр 18. При фотографировании зеркало 17 выключается вы движением тубуса вместе с окуляром и зеркалом, и лучи направляются непосредственно к фотоокуляр 19, проходят через него на зеркало 20, от которого отражаются и попадают на матовое стекло 21, где и дают изображение. Для фиксирования микроструктуры матовое стекло 21 заменяется кассетой с фотопластинкой.

Для наблюдения в поляризованном свете в систему включают вкладной анализатор 15 и поляризатор 7.

Для выявления отдельных мелких рельефных части па гладком поле (например, при исследовании неметаллических включений) целесообразно применять темнопольное освещение.

Оптическая схема микроскопа для исследования микрошлифа в темном поле отличается от описанной схем исследования в светлом поле тем, что вместо линзы 11 (рис. 3.3, б) устанавливается линза 22. Центральная часть одной из поверхностей линзы 22 покрыта черным непрозрачным лаком в виде диска, задерживающего центральную часть светового пучка и пропускающего краевые лучи, проходящие через прозрачное кольцо линзы 22 и падающие на зеркало 24 в виде светового кольца. Для того чтобы световые лучи не попадали на отражательную пластинку 14, введена диафрагма 23. Отразившись от зеркала 24, лучи падают на внутреннюю зеркальную поверхность параболического зеркала 25 и, отразившись от него концентрируются на микрошлифе.

Конструкция микроскопа МИМ-7. Микроскоп МИМ-(рис.2) состоит из трех основных частей: осветителя, корпуса и верхней части.

Осветитель I имеет фонарь 2, внутри кожуха которого находится лампа. Центрировочные винты 3 служат для совмещения центра нити лампы с оптической осью коллектора.

В корпусе II микроскопа находятся диск с набором светофильтров; рукоятка 24 переключения фотоокуляров; посадочное устройство для рамки 15 с матовым стеклом или кассеты с фотопластинкой 9x12 мм; узел апертурной диафрагмы, укрепленный под оправой осветительной линзы 17; кольцо с накаткой 16, служащее для изменения диаметра диафрагмы; винт 25, вращением которого смещается диафрагма для создания косо освещенности; винт 26 для фиксации поворота апертурной диафрагмы.

Верхняя часть III микроскопа включает детали, приведенные ниже.

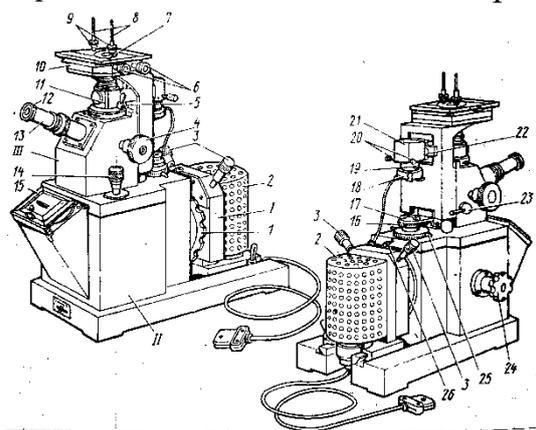


Рисунок -2 Конструкция микроскопа МИМ-7

1 Иллюминаторный тубус 11, в верхней части которого расположено посадочное отверстие под объектив. На патрубке иллюминаторного тубуса расположена рамка с линзами 22 для работы в светлом и темном поле и рукоятка 5 для включения диафрагмы 23 (см. рис. 3.3, б) при работе в темном поле; под кожухом 21 (см. рис. 3.4) — пентапризма. В нижней части кожуха 21 расположены центрировочные винты 20 полевой диафрагмы, диаметр которой изменяют при помощи поводка 19. Под конусом полевой диафрагмы находится фотозатвор 18.

2. Визуальный (зрительный) тубус 13, в отверстие которого вставляется окуляр 12. При визуальном наблюдении тубус вдвигают до упора, а при фотографировании выдвигают до отказа.

3. Предметный столик 10, который при помощи винтов 6 может передвигаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В центре предметного столика имеется окно, в него вставляют одну из сменных подкладок 7 с отверстиями различного диаметра. На предметном столике расположены держатели, состоящие из вертикальных колонок 8 и пружинящих прижимов 9, которыми микрошлиф прижимается к подкладке предметного столика. Макрометрический винт 4 служит для перемещения предметного столика в вертикальном направлении, и этим производится грубая наводка на фокус. Зажимным винтом 23 фиксируют определенное положение предметного столика, чтобы он самопроизвольно не опускался. Для помещения столика 10 на нужной высоте на кронштейне столика награвирована риска, которая устанавливается против точки, награвированной на корпусе микроскопа.

4. Микрометрический винт 14, с помощью которого объектив перемещают в вертикальном направлении и точно наводят на фокус. Расход микрометрической подачи 3 мм, цена деления барабана — 0,003 мм.

Таблица -1. увеличений микроскопа МИМ-7 при визуальном наблюдении

Объективы	Окуляры			
	7 ^х	10 ^х	15 ^х	20 ^х
Для светлого и темного поля				
8,6 ^х (F=23,2, A=0,17)	60	90	130	170
14,4 ^х (F=13,89, A=0,30)	100	140	200	300
24,5 ^х (F=8,16, A=0,37)	170	240	360	500
32,5 ^х (F=6,16, A=0,65)	250	320	500	650
Иммерсионные				
72,2 ^х (F=2,77, A=1,25)-только для светлого поля	500	720	1080	1440
71,7 ^х (F=2,79, A=1,00)-только для темного поля	500	720	1080	1440

Работа на микроскопе

С металлографическим микроскопом, являющимся сложным, точным и дорогим прибором, необходимо обращаться бережно и аккуратно. Прежде чем приступить к работе на микроскопе, необходимо сначала подробно ознакомиться с его оптической системой и конструкцией.

Визуальное (зрительное) наблюдение микроструктуры

1. Выбрать увеличение микроскопа (объектив и окуляр), пользуясь данными табл. 3.1. Начинать надо с меньших увеличений, переходя к большим.
2. В отверстие визуального (зрительного) тубуса 13 (см. рис. 3.4) вставить окуляр.
3. Отвернуть зажимной винт 23, вращением макрометрического винта 4 поднять предметный столик 10 и вставить объектив в посадочное отверстие, расположенное в верхней части иллиuminаторного тубуса 11.
4. В окно предметного столика вставить подкладку 7 с нужным отверстием в зависимости от размера шлифа.
5. Вращением макрометрического винта 4 опустить предметный столик до совпадения риски на кронштейне предметного столика с точкой на корпусе микроскопа.

6. При помощи винтов 6 установить предметный столик в таком положении, чтобы объектив был в центре отверстия подкладки.
7. Поместить исследуемый шлиф полированной и отравленной поверхностью вниз на подкладку предметного столика над объективом и прижать прижимом 9. Шлиф обязательно должен быть тщательно просушен, так как оставшиеся на шлифе травитель или влага могут испортить объектив и подкладку предметного столика; на это надо особенно обращать внимание при работе с образцами малых размеров, залитых в оправку или (закрепленных в зажимах, когда травитель или влага могут задержаться в зазорах между образцом и заливкой или стенками зажима.
8. Визуальный тубус 13 вдвинуть до упора.
9. Наблюдая в окуляр, вращением макрометрического винта 4 произвести грубую наводку на фокус.
10. Винтом 23 закрепить предметный столик в установленном положении.
11. Наблюдая в окуляр, вращением микрометрического винта 14 произвести точную наводку на фокус.
12. Наблюдая в окуляр, при помощи винтов 6 передвигать предметный столик и просматривать структуру в разных местах шлифа. Водить шлифом по подкладке предметного столика нельзя.

Лабораторная работа № 2 Измерение на твердость ПО РОКВЕЛЛУ

Цель работы

Ознакомиться с методикой определения твердости металлов по глубине вдавливания алмазного конуса или шарика.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь прибор типа Роквелла; образцы стали в отожженном и закаленном состоянии; сплавов цветных металлов и твердых сплавов; наждачное точило; напильник; шлифовальную шкурку.

Схема испытания и величина твердости по Роквеллу

Испытание на твердость по Роквеллу производят вдавливанием в испытуемый образец (деталь) алмазного конуса с углом 120° или стального закаленного шарика диаметром 1,588 мм. Шарик и конус вдавливают в испытуемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок — предварительной P_0 и основной P_1 . Общая нагрузка P будет равна сумме предварительной P_0 и основной P_1 нагрузок (рис. 8.1): $P = P_0 + P_1$. Предварительная нагрузка P_0 во всех случаях равна 100 Н*, основная P_1 и общая P нагрузки при вдавливании стального шарика (шкала В) составляют $P_1 = 900$ Н, $P = 100 + 900 = 1000$ Н, а при вдавливании алмазного конуса (шкала С) $P_1 = 1400$ Н, $P = 100 + 1400 = 1500$ Н; при вдавливании алмазного конуса (шкала А) $P_1 = 500$ Н, $P = 100 + 500 = 600$ Н.

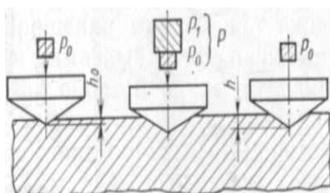


Рис. 8.1. Схема определения твердости вдавливанием алмазного конуса

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

В зависимости от того, применяют шарик или алмазный конус, и от нагрузки, при которой проводят испытание (т. е. по какой шкале: *B*, Сили *A*), число твердости обозначают *HRB*, *HRC*, *HRA*.

Определение твердости на приборе типа Роквелла имеет широкое применение, так как этот прибор дает возможность испытывать мягкие, твердые, а также

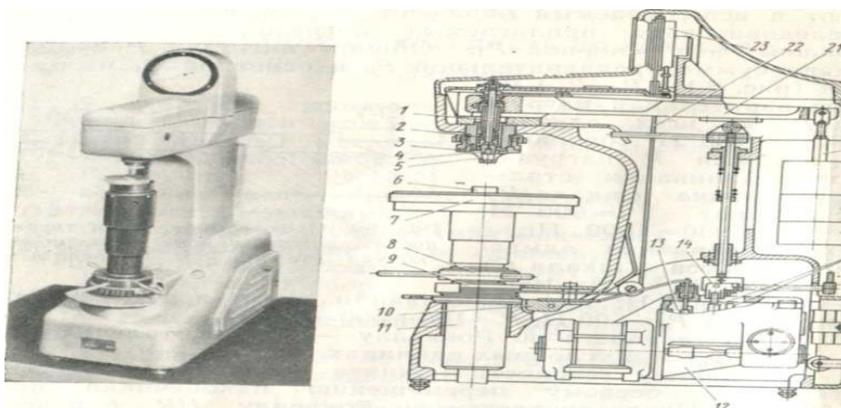


Рис. 8.2. Прибор ТК-2 (типа Роквелла): а

тонкие материалы. Отпечатки от конуса или шарика очень малы, и поэтому можно испытывать готовые детали без их порчи; испытание легко выполнимо и занимает мало времени (несколько секунд); не требуется никаких измерений, и число твердости читается прямо на шкале. Значения твердости по Роквеллу могут быть переведены в значения твердости по Бринеллю.

Подготовка прибора и проведение испытания

1. В конец шпинделя *1* (см. рис. 8.2,б) прибора закрепить оправку с алмазным (или из твердого сплава) конусом или шарик и установить необходимую нагрузку.

2. Установить испытываемый образец *б* на стол *7* прибора.

3. Вращением маховика *8* по часовой стрелке стол осторожно поднимать до тех пор, пока образец не упрется в ограничительный чехол; при этом малая стрелка индикатора должна стать против красной точки, а большая, с погрешностью ± 5 делений, на нуль шкалы индикатора; если большая стрелка будет отклонена больше чем на ± 5 делений относительно нулевого штриха шкалы, необходимо вращением маховика *8* против часовой стрелки опустить стол (снять предварительную нагрузку) и испытание провести вновь в другом месте образца.

4. Вращением барабана *9* установить нуль шкалы *C* (черного цвета) против конца большой стрелки индикатора.

5. Плавным нажатием руки на клавишу *10* включить в работу привод механизма нагружения.

6. После окончания цикла нагружения произвести отсчет по шкале индикатора. Полученный результат твердости записать в графу 4 протокола испытания.

7. Вращением маховика *8* против часовой стрелки опустить стол (снять предварительную нагрузку), образец передвинуть и повторить испытание в другом месте образца. На каждом образце должно быть проведено не менее трех испытаний. Расстояние центра отпечатка от края образца или от центра другого отпечатка должно быть не менее 3 мм. Результаты последующих испытаний твердости записать в графы 5 и 6 протокола испытания, а среднее — в графу 7. После смены наконечника первые два испытания в расчет не принимаются.

8. Числа твердости по Роквеллу перевести в числа твердости по Бринеллю (по специальной таблице) и записать в графу 8 протокола испытания.

Протокол испытания на твердость по Роквеллу

№ п/п	Материал образца	Шкала	Твердость HR				Твердость по Бринеллю (перевод)
			Первое измерение	Второе измерение	Третье измерение	Среднее	
1	2	3	4	5	6	7	8

Вывод по работе.

Лабораторная работа № 3

Термическая обработка (Закалка и отпуск) углеродистых сталей

Задание

1. Определить твердость образцов углеродистой стали в исходном (отожженном) состоянии.
2. Нарисовать нижнюю левую часть диаграммы состояния железо—цементит, указать на ней оптимальный интервал температур закалки углеродистой стали и определить температурный режим нагрева под закалку изучаемых сталей.
3. Определить время нагрева образцов при принятой температуре.
4. Провести закалку в воде и масле образцов углеродистой стали.
5. Определить твердость после закалки.
6. Определить время выдержки при температурах отпуска 200, 400 и 600°С закаленных образцов.
7. Провести отпуск при 200, 400 и 600°С закаленных образцов.
8. Определить твердость образцов после каждого отпуска.
9. Результаты работы оформить в виде протокола.
10. Построить кривые влияния температуры отпуска на изменение твердости закаленной стали.
11. Написать отчет по работе в соответствии с пунктами задания и сделать необходимые выводы.

Цель работы

Ознакомиться с технологическим процессом термической обработки и получить практические навыки проведения закалки и отпуска углеродистой стали.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь муфельную печь; термоэлектрический пирометр; закалочный бак с водой; закалочный бак с маслом; прибор типа Роквелла; образцы углеродистой стали — конструкционной 40—65 и инструментальной У9—У12; клещи; штангенциркуль; шлифовальную шкурку.

Определение твердости углеродистой стали в исходном (отожженном) состоянии

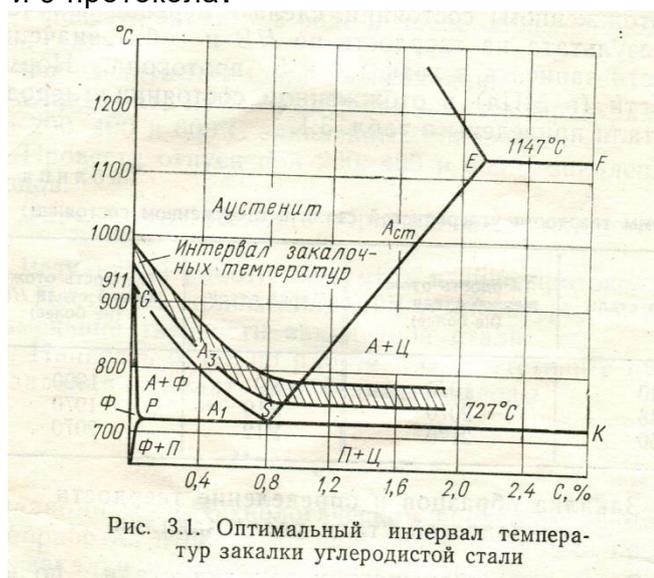
Определить твердость (по *HRB*) образцов в исходном (отожженном) состоянии, сделать перевод полученного результата на твердость по *HВ* и оба значения твердости записать в графы 4 и 5 протокола. Нормы твердости (в МПа) в отожженном состоянии углеродистой стали приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Нормы твердости углеродистой стали в отожженном состоянии			
Марка стали	Твердость отожженной стали <i>HВ</i> (не более)	Марка стали	Твердость отожженной стали <i>HВ</i> (не более)
40	1970	У9	1920
45	2070	У10	1970
50	2170	У12	2070

Закалка образцов и определение твердости углеродистой стали после закалки

1. Определить температуру закалки стали, пользуясь для этого нижней частью диаграммы железо — цементит (рис. 3.1). Для среднеуглеродистых доэвтектоидных сталей (40—65) нормальной температурой закалки является температура на 30—50°С выше линии *GS*, т. е. *A_{с3}*+ (30—50°С). Для высокоуглеродистых заэвтектоидных сталей (У9—У12) нормальной температурой закалки является температура на 30—50°С выше линии *PSK* (см. рис. 3.1), т. е. *A_{с1}* + (30—50°С). Температуру закалки записать в графу 6 протокола.
2. Определить время нагрева образцов из расчета 1,5 мин на 1 мм диаметра или толщины образца и записать в графу 7 протокола.
3. Образцы поместить в печь, нагретую до температуры закалки для стали данной марки, и выдержать в печи требуемое время.
4. Образцы последовательно, один за другим вынуть из печи и охладить в воде (часть образцов) и при непрерывном энергичном движении их в охлаждающей жидкости. При охлаждении в воде происходит распад аустенита с образованием мартенсита.
5. Оба торца образцов зачистить на шлифовальной шкурке.
6. Определить твердость закаленных образцов по *HRC* и полученный результат записать в графы 8 и 9 протокола.



Отпуск образцов и определение твердости углеродистой стали после отпуска

1. Определить время выдержки при температурах отпуска из расчета: при температуре 200°C — 30 мин; при 400°C — 20 мин; при 600°C — 10 мин + 1 мин на 1 мм диаметра или толщины образца (для каждого отпуска) и записать в графу 10 протокола.

2. Образцы поместить в муфельную печь, нагретую до 200°C, выдержать в ней необходимое время и охладить на воздухе.

В результате отпуска при 200°C происходит превращение мартенсита закалки в мартенсит отпуска, снижение внутренних напряжений и хрупкости; твердость остается почти без изменений.

3. Оба торца зачистить на шлифовальной бумаге.

4. Определить твердость по *HRC*и полученный результат записать в графы 11 и 12 протокола.

5. Образцы поместить в муфельную печь, нагретую до 400°C, выдержать в ней необходимое время и охладить на воздухе. В результате отпуска при 400°C происходит превращение мартенсита в троостит отпуска (мелкодисперсную феррито-цементитную смесь), твердость снижается.

6. Оба торца зачистить на шлифовальной шкурке.

7. Определить твердость по *HRC*и полученный результат записать в графы 13 и 14 протокола.

8. Образцы поместить в муфельную печь, нагретую до 600°C, выдержать в ней необходимое время и охладить на воздухе. В результате отпуска при 600°C образуется сорбит отпуска, феррито-цементитная смесь более крупная, чем троостит. Твердость еще более снижается.

9. Оба торца зачистить на шлифовальной шкурке.

10. Определить твердость по *HRC*и полученный результат записать в графы 15 и 16 протокола.

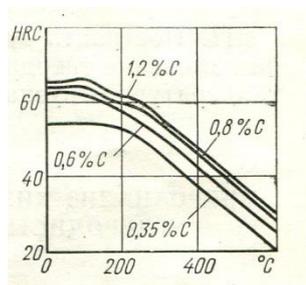


Рис. 3.2 Кривые влияния температуры отпуска на изменение твердости закаленных углеродистых сталей с различным содержанием стали

Протокол термической обработки углеродистой стали

№ п/п	Марка стали	Диаметр или толщина образца, мм	Твердость в исходном состоянии		Температура закалки, °C	Время нагрева при закалке, мин.	Твердость <i>HRC</i> после закалки	
			HRB	HВ			В воде	В масле
1	2	3	4	5	6	7	8	9
						8		

Вывод по работе.

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1.ОИ1.Г.И. Сильман

Материаловедение : учебник - М., «Академия»,2016.

2.Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Дополнительные источники:

1.А.С. Морозов Материаловедение. Из-во «Академия». 2010г.

Интернет-ресурсы

1.<http://allmath.ru/>

2. <http://www.bumath.net/>