Частное профессиональное образовательное учреждение
«Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий»
(ЧПОУ «ПТЭИТ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЧПОУ «ПТЭИТ»
_____ В.М.Вазагов
«30» мая 2022 г.

По организации и выполнению практических работ

по дисциплине ОП.04 Материаловедение

для студентов специальности

23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей

основное общее образование

г. Пятигорск, 2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 0101C8910017AF9096477CDDA35C52432F
Владелец: ВАЗАГОВ ВИКТОР МИСОСТОВИЧ
Действителен: с 21.09.2022 до 21.12.2023

Методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальностям среднего профессионального образования 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей в соответствии с программой дисциплины

Организация-разработчик: Частное профессиональное образовательное учреждение «Пятигорский техникум экономики и инновационных технологий» (ЧПОУ «ПТЭИТ»)

Разработчик: Кириченко Е.В. - преподаватель первой квалификационной категории ЧПОУ «ПТЭИТ»

РАССМОТРЕНА	СОГЛАСОВАНА
отделением информационно-технических дисциплин	на заседании УМС
Протокол №5от 30.05.2022г.	пр. № 5 от 30.05.2022
Зав.отделением _____Мантий Ф.М.	_____ Шныров И.В.

Рецензенты:

Куликов А.С. - преподаватель ЧПОУ «ПТЭИТ»

Ильинов В.А. – генеральный директор Акционерное Общество "Производственная Фирма "Автостар""

Введение

Практические работы направлены на освоение следующих результатов обучения:

знать:

- строение и свойства машиностроительных материалов;

- методы оценки свойств машиностроительных материалов;

- области применения материалов;

-классификацию и маркировку основных материалов, применяемых для изготовления деталей автомобиля и ремонта;

- методы защиты от коррозии автомобиля и его деталей;

- способы обработки материалов;

- инструменты и станки для обработки металлов резанием, методику расчета режимов резания;

уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения при производстве, ремонте и модернизации автомобилей;

- выбирать способы соединения материалов и деталей;

- назначать способы и режимы упрочения деталей и способы их восстановления, при ремонте автомобиля, исходя из их эксплуатационного назначения;

- обрабатывать детали из основных материалов;

- проводить расчеты режимов резания.

В результате проведения практических работ студенты приобретают следующий **первоначальный практический опыт** *(только для практических работ при создании условий проведения работ, близких к условиям будущей профессиональной деятельности):*

Вышеперечисленные умения и знания необходимы для формирования следующих профессиональных общих компетенций, согласно ФГОС СПО и образовательной программе по специальности ОП.04 Материаловедение.

Профессиональные и общие компетенции:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	Осуществлять диагностику систем, узлов и механизмов автомобильных двигателей.
ПК 1.2.	Осуществлять техническое обслуживание автомобильных двигателей согласно технологической документации.
ПК 1.3.	Проводить ремонт различных типов двигателей в соответствии с технологической документацией.
ПК 2.1	Осуществлять диагностику электрооборудования и электронных систем автомобилей.
ПК 2.2.	Осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и электронных систем автомобилей согласно технологической документации.
ПК 2.3.	Проводить ремонт электрооборудования и электронных систем автомобилей в соответствии с технологической документацией.
ПК 3.1	Осуществлять диагностику трансмиссии, ходовой части и органов управления автомобилей.
ПК 3.2	Осуществлять техническое обслуживание трансмиссии, ходовой части и органов управления автомобилей согласно технологической документации.
ПК 3.3	Проводить ремонт трансмиссии, ходовой части и органов управления автомобилей в соответствии с технологической документацией.
ПК 4.1	Выявлять дефекты автомобильных кузовов.
ПК 4.2	Проводить ремонт повреждений автомобильных кузовов.
ПК 4.3	Проводить окраску автомобильных кузовов.
ПК 5.1	Планировать деятельность подразделения по техническому обслуживанию и ремонту систем, узлов и двигателей автомобиля.
ПК 5.2	Организовывать материально-техническое обеспечение процесса по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств.
ПК 5.3	Осуществлять организацию и контроль деятельности персонала подразделения по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств.
ПК 5.4	Разрабатывать предложения по совершенствованию деятельности подразделения, техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств.
ПК 6.1	Определять необходимость модернизации автотранспортного средства.
ПК 6.2	Планировать взаимозаменяемость узлов и агрегатов автотранспортного средства и повышение их эксплуатационных свойств.
ПК 6.3	Владеть методикой тюнинга автомобиля.

ПК 6.4	Определять остаточный ресурс производственного оборудования.
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 8.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.
ОК 11.	Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Методические указания по выполнению практических работ содержат цель проведения работы, теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением работы; описание приборов и материалов (если требуется); указания по самостоятельному проведению работы; требования к оформлению отчета и контрольные вопросы для закрепления полученных умений и знаний.

На выполнение каждой работы отводится не более двух часов аудиторной нагрузки и не приводить вышеуказанную таблицу.

Общие требования для студентов по выполнению практических работ по учебной дисциплине ОП.04 Материаловедение

Содержание практических работ направлено на реализацию Федеральных государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников средних специальных учебных заведений и составлено на основе рабочей программы по дисциплине ОП.04 Материаловедение.

Дидактической целью практических работ является формирование практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности по общеобразовательным и специальным дисциплинам.

Выполнение студентами практических заданий направлено на решение следующих задач:

• обобщение, систематизацию, углубление и закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины ОП.04 Материаловедение;

• формирование умений применять полученные знания на практике;

• развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов;

• выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для практических работ спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Общие методические указания.

Практические работы выполняются в тетрадях для практических работ. Текст пишется синими чернилами, четко и аккуратно. Задания формулируются на листе по мере их выполнения. На титульном листе указываются фамилия и инициалы студента, специальность, дисциплина, по которой выполнена работа. Студенты обязаны выполнить все задания, представленные в практической работе.

Оценка практических работ.

Оценка за выполнение практических работ выставляется по пятибалльной системе согласно нормам оценки письменных работ и учитывается как показатель текущей успеваемости студента.

Если работа выполнена неудовлетворительно, то должна быть работа над ошибками по каждому заданию.

Оценка «5» ставится, если ученик выполнил все задания верно.

Оценка «4» ставится, если ученик выполнил правильно не менее половины задания.

Оценка «3» ставится за работу, в которой правильно выполнено не менее половины заданий.

Оценка «2» ставится за работу, в которой не выполнено более половины заданий.

Оценка «1» ставится, если ученик не выполнил не одного задания

Требования к технике безопасности при выполнении лабораторных/практических работ

- Вход в лабораторию/аудиторию/мастерскую осуществляется только по разрешению преподавателя.
- На первом занятии преподаватель проводит первичный инструктаж по технике безопасности и напоминает студентам о бережном отношении к оборудованию и о материальной ответственности каждого из них за сохранность оборудования и обстановки.
- При обнаружении повреждений оборудования персональную ответственность несут студенты, выполнявшие работу на этом оборудовании. Виновники обязаны возместить материальный ущерб.
- Если во время проведения работы на оборудовании замечены какие-либо неисправности оборудования, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю.
- После окончания работы рабочее место следует привести в порядок.

Лабораторная работа №1(2часа)
Тема: «Микроструктурный анализ металлов и сплавов»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение методических основ и приемов микроструктурного анализа металлов.

1 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТВЛЕНИЯ

Микроструктура - строение металла, выявляемое с помощью микроскопа. Для изучения микроструктуры необходимо подготовить поверхность металла - сделать микрошлиф.

Поскольку металлы непрозрачны, то рассмотрение микроструктуры производят в потоке лучей, отраженных от исследуемой поверхности микрошлифа. Пучок лучей от искусственного источника света направляется на поверхность микрошлифа, отражается от нее и, пройдя через оптическую систему микроскопа, попадает в глаз наблюдателя.

Чем больше лучей отражает участок поверхности, тем светлее он выглядит (рис.1). Границы между зернами (после травления) рассеивают лучи, поэтому они видны в виде темных линий. Если отдельные структурные составляющие отличаются по цвету, то их окраска видна в потоке отраженных лучей.

Впервые микроскоп для исследования металлов применил в 1831 году русский ученый П.П. Аносов.

2 ПРАКТИКА МИКРОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛОВ

2.1 Методика приготовления микрошлифа

Процесс приготовления микрошлифа включает операции вырезки образца и подготовки его поверхности - шлифование, полирование, травление. В некоторых случаях, например при изучении неметаллических включений в сталях, под микроскопом исследуют поверхность микрошлифа в нетравленом состоянии.

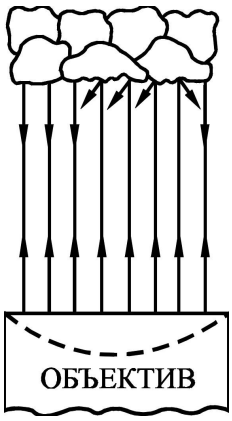


Рис.1 Схема отражения световых лучей от поверхности микрошлифа

Площадь поверхности образца, используемого для приготовления микрошлифа, обычно составляет 1-4 см, а его высота определяется удобствами манипулирования при шлифовании и полировании и равна 10-15 см.Вырезку образцов следует проводить так, чтобы не вызвать изменения структуры из-за нагрева или наклепа. Для вырезки образцов используют отрезные станки с абразивными кругами и охлаждающую жидкость.

Получить плоскую поверхность, необходимую для шлифа, можно также путем токарной обработки, фрезерования, шлифования или опиливания. Образцы небольших размеров или сложной конфигурации помещают в пластмассы или легкоплавкие сплавы, используя заливку или запрессовку в цилиндрические обоймы. Во многих отношениях удобен, прост и производителен метод холодной заделки образцов с помощью эпоксидных, полиэфирных и акриловых смол. Образцы устанавливают в металлические, пластмассовые или стеклянные кольца и заливают смесью смолы с отвердителем. Наиболее часто для

холодной заделки шлифов применяют эпоксидные смолы, которые обладают достаточной твердостью, наименьшей объемной усадкой при отвердении и хорошо соединяются с большинством металлов.

При изготовлении шлифов из тонкого листового материала применяют также зажимы (струбцины) в виде двух стальных пластин толщиной 4-6 мм, которые стягиваются болтами. В зажиме можно монтировать сразу пакет из нескольких образцов.

Шлифование плоской поверхности образца производят бумажной шлифовальной шкуркой вручную или на шлифовальных станках (табл.1).

Таблица 1

Характеристика зернистости бумажной шлифовальной шкурки

Номер шлифовальной шкурки (ГОСТ 6436-75)	25	16	12	10	8	6	5	4	М40
Размер абразивных частиц, мкм (ГОСТ 3647-80)	320-200	200-160	160-120	120-100	100-80	80-63	63-50	50-40	40-28

При ручном шлифовании шкурку помещают на плоское твердое основание (обычно толстое стекло). Образец прижимают шлифуемой поверхностью к шкурке и ритмично перемещают вперед по прямой линии. При механическом шлифовании шкурку закрепляют на вращающемся круге с помощью зажимных колец или клеевого покрытия на обратной стороне шкурки, а образец прижимают к шкурке вручную или устанавливают в зажимное приспособление станка. При этом также образец не вращают. В результате этого как при ручном, так и при механическом шлифовании образуется ряд параллельных рисок, глубина которых соответствует размеру абразивных частиц.

Шлифование проводят, используя шкурку нескольких номеров с последовательно уменьшающейся зернистостью (предварительное грубое - на первых пяти номерах, а окончательное чистовое - на номерах 5-М40), причем во время шлифования следует сохранять одно и то же положение образца, чтобы все риски на его поверхности были параллельны. При переходе к шлифованию шкуркой следующего номера направление шлифования изменяют на 90° и проводят его до полного удаления всех рисок, образовавшихся во время предыдущей операции. Для оценки качества шлифования можно исследовать поверхность образца при переходе от одной ступени к другой под микроскопом. После каждой ступени шлифования поверхность должна быть покрыта равномерными по величине и отчетливо видимыми царапинами, никаких следов царапин от предыдущего шлифования наблюдаться не должно.

После каждой ступени шлифования поверхность образца следует тщательно очищать во избежание переноса сравнительно крупных частиц абразива на более мелкозернистый абразивный материал и на используемый в дальнейшем полировальный материал. Поэтому с целью удаления абразивных частиц после окончания каждой ступени шлифования образец промывается водой.

Полирование производится для удаления мелких рисок, оставшихся после шлифования, и получения гладкой, зеркальной поверхности микрошлифа. С этой целью применяют механический, электрохимический и химико-механические методы полирования.

Широко распространенное механическое полирование производят на вращающемся диске с натянутым полировальным материалом (мягкое сукно, фетр, драп или специальная ткань). В качестве абразивного вещества обычно применяется паста ГОИ, состоящая из оксида хрома со стеарином, олеиновой кислотой, содой и керосином, или водные суспензии очень мелких оксидов хрома, алюминия, железа или других металлов. При этом полировальный круг должен быть влажным, а нажатие на образец слабым.

Полирование осуществляют вручную или на автоматических станках. При ручном полировании образец непрерывно перемещают от центра к периферии круга, что обеспечивает равномерное распределение абразивного вещества и однородный износ полировального материала. Кроме того, образец периодически вращают или перемешают "восьмеркой", чтобы исключить образование "хвостов" около неметаллических включений и частиц выделившихся фаз.

Полирование считается законченным, когда поверхность образца приобретает зеркальный блеск и на поверхности микрошлифа под микроскопом не просматриваются риски и царапины. Полированный образец очищают от остатков абразива промыванием поверхности микрошлифа водой, затем протирают спиртом для удаления влаги, после чего просушивают фильтровальной бумагой.

Для выявления структуры полированного микрошлифа производится травление - химический вид обработки поверхности, заключающийся во взаимодействии электролитов (растворов кислот и солей, расплавы щелочей) с металлами. При этом на поверхности микрошлифа образуется рельеф, и при наблюдении под микроскопом сильно растворившиеся участки в связи с рассеиванием световых лучей представляются более темными, а нерастворившиеся ввиду более полного отражения световых лучей в объектив микроскопа - более светлыми. Так, например, перлит, состоящий из феррита и цементита, имеет более темный цвет, чем однородные зерна феррита.

Травление осуществляют погружением полированной поверхности шлифа в реактив или нанесением реактива на поверхность ваткой, пипеткой и т.д. Травление считается законченным, когда полированная поверхность станет слегка матовой. Затем быстро смывают реактив с поверхности шлифа водой, просушивают фильтровальной бумагой, протирают спиртом для удаления влаги и вновь просушивают фильтровальной бумагой.

Для выявления структуры полированного микрошлифа травление производится реактивами, различающимися по своему воздействию на разные структурные составляющие. Наиболее широко применяемые в металлографии реактивы, вызывающие избирательное растворение металлических или других фаз, а также их пограничных участков вследствие различия физических и химических свойств, приведены в табл.2.

Таблица 2

Некоторые реактивы для химического травления микрошлифов

Наименование реактива	Состав реактива	Назначение
Спиртовой раствор азотной кислоты (реактив Ржешотарского)	1-5, обычно 4 мл азотной кислоты, 100мл этилового или метилового спирта	Травление стали и чугуна
Спиртовой раствор пикриновой кислоты (реактив Ижевского)	3-5, обычно 4 г пикриновой кислоты (кристаллической), 100 мл этилового или метилового спирта	То же
"Царская водка"	Соляная и азотная кислота в соотношении 3:1	Травление нержавеющих сталей

Солянокислый раствор хлорного железа	5 г хлорного железа, 50 мл соляной кислоты, 100 мл воды	Травление меди, латуни, бронзы

2.2 Принцип действия и устройство металлографического микроскопа

Металлографический (световой, оптический) микроскоп - прибор для наблюдения и фотографирования структуры непрозрачных объектов в отраженном свете. Микроскоп представляет собой комбинацию двух увеличивающих систем: объектива и окуляра.

Металлографический микроскоп состоит из осветительной, механической и оптической систем (рис.2).

К осветительной системе относятся: источник света – лампа накаливания 1, набор линз, светофильтров и диафрагм. Набор линз введен в осветительную систему для уменьшения рассеивания световых лучей и повышения четкости изображения. Диафрагмы ограничивают сечение светового луча и позволяют регулировать интенсивность освещения.

Набор светофильтров в виде цветных и матовых стеклянных пластинок позволяет отфильтровать лучи требуемой длины волны, уменьшить хроматическую аберрацию и повышать четкость изображения. Кроме того, при работе на микроскопе следует учитывать, что глаза человека обладают повышенной чувствительностью к желто-зеленым цветам.

Механическая система состоит из корпуса 2, предметного столика 3, на который устанавливается микрошлиф, и визуального тубуса 4. Для наблюдения различных участков поверхности микрошлифа предметный столик можно перемещать в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях винтами 5. Предметный столик с микрошлифом может перемещаться в вертикальном направлении для предварительного наведения на фокус макрометрическим винтом 6, а для точной фокусировки - микрометрическим винтом 7.

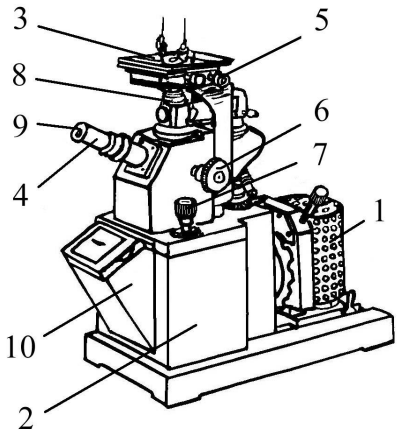


Рис.2 Общий вид микроскопа МИМ-7

Оптическая система является основной системой микроскопа. Она состоит из системы вмонтированных в корпус 2 призм и зеркал, обеспечивающих определенное направление лучей в микроскопе, сменных объективов 8 и окуляров 9 для визуального наблюдения и фотографирования структуры, прилагаемых в комплекте к микроскопу; фотокамеры 10.

Набор сменных объективов и окуляров позволяет менять увеличение микроскопа, которое определяется произведением увеличения объектива на увеличение окуляра (табл.3).

Таблица 3

Характеристика объективов и окуляров микроскопа МИМ-7

ОБЪЕКТИВЫ	ОКУЛЯРЫ

		На матовом стекле			При визуальном наблюдении			
		7^X	10^X	15^X	7^X	10^X	15^X	20^X
F=23,2	A=0,17	(70)	120	160	(60)	90	130	170
F=13,9	A=0,30	(115)	200	270	(100)	140	200	300
F= 8,2	A=0,37	200	340	450	170	240	360	500
F= 6,2	A=0,65	(260)	440	600	(250)	320	500	(650)
F= 2,8	A=1,25	575	1000	1350	500	720	1080	(1440)
F= 2,8	A=1,0*	575	1000	(1350)	500	720	1080	(1440)

Примечания: 1.Заключенные в скобки объективы применять не рекомендуется.

2.Объектив, отмеченный *, используется только для светлого поля.

Основным элементом оптической системы является объектив, дающий действительное увеличенное обратное изображение рассматриваемой структуры. Окуляр лишь увеличивает изображение, получаемое объективом. При этом с помощью окуляра получается мнимое увеличенное прямое изображение структуры, выявленное объективом.

Объектив состоит из фронтальной плосковыпуклой линзы, дающей увеличение, и ряда коррекционных линз, предназначенных для уменьшения хроматической и сферической аберраций, возникающих при прохождении лучей через фронтальную линзу.

Хроматическая аберрация вызывается неодинаковым преломлением линзой лучей различного цвета, в результате чего луч белого света разлагается линзой на монохроматические лучи, которые не фокусируются в одной точке. В объективе для уменьшения хроматической аберрации белого света устанавливаются коррекционные линзы из специальных материалов, например, плавикового шпата (флюорита). Хроматическую аберрацию можно полностью устранить только применением монохроматического света.

Причина сферической аберрации заключается в том, что лучи, преломляемые краем линзы и ее центральной частью, не сходятся в одной точке, и изображение получается нерезким. Для уменьшения сферической аберрации объектив собирается из выпуклой и вогнутой линз, имеющих одинаковую, но различно направленную аберрацию.

В объективах, дающих большое увеличение, фронтальная линза имеет полушаровую форму, и сферическую аберрацию удается избежать путем помещения шлифа в апланатический фокус, т.е. в особую точку на оптической оси объектива. Такие объективы называются апланатами.

Все объективы в отношении оптических свойств делятся на ахроматы и апохроматы. Апохроматы более сложны, чем ахроматы, но зато дефекты изображения от аберраций у них сведены до минимума. Апохроматы одновременно являются апланатами. Из-за своей конструкции они дают не плоское, а несколько искривленное изображение, вследствие чего не представляется возможным получить одинаковую резкость в центре и по краям

изображения. Поэтому при работе с апохроматами применяют компенсационные окуляры, исправляющие этот недостаток объектива.

В то же время объективы бывают сухие и иммерсионные. Объектив считается иммерсионным, когда между ним и микрошлифом находится слой жидкости, увеличивающий коэффициент преломления лучей (при использовании кедрового масла коэффициент равен 1,51).

Окуляры, прилагаемые к микроскопу, делятся на простые (Гюйгенса), компенсационные и проекционные. Простые окуляры применяются в сочетании с ахроматическими объективами, компенсационные с апохроматическими, а проекционные - при фотографировании.

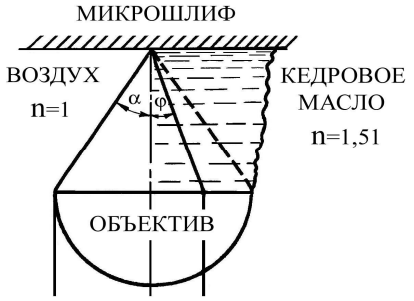
Объективы обычно имеют увеличение от 9 до 95 раз, простые окуляры - от 3 до 15, а компенсационные - до 20 раз.

При работе на микроскопе микрошлиф помещают на предметный столик перед объективом, затем макро- и микрометрическими винтами перемещают в вертикальном направлении так, чтобы он находился немного дальше фокуса объектива. При этом последний дает увеличенное действительное изображение структуры, которое с помощью специальной линзы переносится в плоскость, близкую к фокусу окуляра. Он, действуя на луч, дает окончательное (увеличенное и мнимое) изображение структуры.

Разрешающая способность микроскопа и его полезное увеличение имеют важное значение в микроструктурном анализе металлов. Разрешающая способность определяет минимальные детали структуры, которые можно увидеть с помощью микроскопа. Она характеризуется минимальным расстоянием d между двумя соседними деталями структуры, которые еще могут быть различимы раздельно, не сливаясь. Разрешающая способность оптического микроскопа определяется дифракционными явлениями и при прямом освещении в отраженном свете соответствует условию

$d = l / 2n \times \sin a = l / 2A$,

где l - длина волны белого света, равная 0,55 мкм; n - показатель преломления между объективом и микрошлифом (для воздуха n=1, для кедрового масла n=1,51); a - угловая апертура объектива, равная половине угла, под которым виден зрачок объектива из точки микрошлифа, лежащей на оптической оси ($a_{max}=72^{O}$, $\sin a_{max}=0,95$); A- числовая апертура, равная $n \times \sin a$.

При использовании иммерсионного объектива (рис.3) световые лучи, отразившись от поверхности микрошлифа под углом a, преломляются в кедровом масле и входят в объектив под значительно меньшим углом j. Поэтому, чем больше n и a, тем выше разрешающая способность микроскопа. Максимальная разрешающая способность микроскопа (при использовании иммерсионного объектива) может составить d=0,55/2×1,51×0,95»0,2 мкм.	 Рис.3 Влияние коэффициента преломления среды на ход световых лучей в сухом и иммерсионном объективе

Поскольку разрешающая способность человеческого глаза d_1 составляет 0,3 мм, т.е. две точки видны для глаза раздельно, если расстояние между ними 0,3 мм = 300 мкм, тогда максимальное полезное увеличение, при котором полностью реализуется его разрешающая способность, равно $M=d_1/d=300/0,2=1500$. В соответствии с этим металлографические микроскопы имеют максимальное увеличение при визуальном наблюдении не более 1500 раз.

При исследовании структуры металла объектив выбирают, исходя из необходимого полезного увеличения микроскопа, определяемого из выражения M=300/d¢, где d¢ - минимальный размер интересующих деталей структуры в мкм. Зная M, можно по табл.3 определить соответствующую числовую апертуру и выбрать объектив и окуляр.

В практике металлографических исследований иногда приходится в ущерб разрешающей способности повышать контрастность изображения и увеличивать глубину резкости, характеризуемую величиной вертикального смещения деталей микроструктуры, что не приводит к потери фокусировки; при более рельефной поверхности микрошлифа целесообразно использовать объективы с малой апертурой. Контрастность изображения растет до тех пор, пока общее увеличение микроскопа не превысит полезного увеличения. Поэтому увеличение окуляра не должно быть очень высоким, так как это вызовет различное изображение деталей структуры.

3 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Уясните цель работы.
- Изучите методические основы и приемы микроструктурного анализа металлов.
- Изучите микроструктуру различных металлических материалов (альбом, с.5-8).
- Составьте отчет о работе.
- Сформулируйте вывод .

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- Цель работы.

- Определение микроструктуры, описание принципа видимости под металлографическим микроскопом.
- Краткое описание устройства металлографического микроскопа, определение его разрешающей способности и полезного увеличения, описание возможностей количественного микроструктурного анализа,
- Методика приготовления микрошлифа.
- Методика травления микрошлифа.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Что называется микроструктурой?
- На чем основан принцип видимости под металлографическим микроскопом?
- Какие операции включает в себя процесс приготовления микрошлифа?
- Какова методика приготовления микрошлифа?

Практическая работа №2
Тема: «Определение твердости металлов».

Цель работы - ознакомиться с одним из механических свойств металлов – твердостью, приборами для ее определения, изучить основные методы определения твердости и научиться производить испытания твердости по Бринеллю и Роквеллу.

Оборудование: образцы, твердомер - пресс Бринелля.

1.1 Общие сведения

Одним из важнейших механических свойств металлов является твердость– способность противодействовать при вдавливании проникновению в материал другого, более твердого материала.

Твердость имеет качественную и количественную связь с другими механическими свойствами – прочностью, пластичностью, длительной прочностью и т.д., что позволяет определить их через твердость, т.е. неразрушающими методами. В связи с развитием неразрушающих или безобразцовых методов определения механических свойств металлов и сплавов, необходимо более глубокое знакомство как с теоретическими принципами определения твердости, так и с практическим проведением испытаний.

Существуют различные методы качественной и количественной оценки твердости материалов.

В машиностроении при определении макротвердости наиболее часто применяются методы Бринелля и Роквелла. Иногда применяется также метод Виккерса, при котором испытание на твердость производится вдавливанием в образец алмазной пирамиды с углом при вершине 136°. По нагрузке, приходящейся на единицу поверхности отпечатка, определяется число твердости НВ, МПа (кгс/мм^2).

1.2 Определение твердости по Бринеллю

Испытание на твердость по Бринеллю производится вдавливанием в образец стального шарика определенного диаметра под действием заданной нагрузки в течение определенного времени. Схема испытания на твердость по Бринеллю дана на рисунке 1.1. В результате

вдавливания шарика на поверхности образца получается отпечаток (лунка). Отношение нагрузки Р к поверхности полученного отпечатка (шарового сегмента) – дает число твердости по Бринеллю, обозначается НВ. Поверхность шарового сегмента $F=\pi Dn$,

где D – диаметр вдавливаемого шарика (мм),

n - глубина отпечатка, мм.

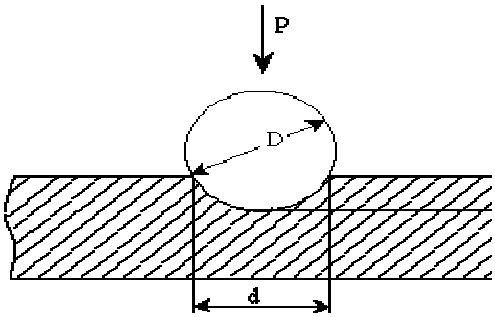


Рисунок 1.1 - Схема определения твердости по Бринеллю

Целесообразно величину n выразить через диаметр шарика D и отпечатка d, т.к. измерять F затруднительно

$$n = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}, \text{ мм}$$

Тогда число твердости по Бринелю можно определить по формуле

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

Чтобы не производить длительных вычислений по формуле, на практике пользуются специальной таблицей, которая дает перевод диаметра отпечатка в число твердости НВ. Можно пользоваться также для характеристики твердости НВ диаметром отпечатка d без перевода в число твердости НВ.

Схема прибора типа ТШ для определения твердости по Бринеллю приведена на плакате в лаборатории.

В зависимости от материала и толщины испытываемого образца выбирается диаметр шарика и нагрузка при испытании.

В зависимости от толщины образца применяют шарики диаметрами 10; 5 и 2,5 мм. Нагрузка Р выбирается в зависимости от качества исследуемого материала по формуле $P = KD^2$, где К – постоянная для данного материала величина, равная 30 для черных металлов и сплавов, 10 для твердых и 2,5 для мягких цветных металлов и сплавов. Данные по выбору диаметра шарика и нагрузки приведены в таблице 1.1.

Перед испытанием поверхность образца обрабатывается, чтобы она была ровной и гладкой для получения правильного отпечатка с отчетливыми для измерения краями.

Чтобы при вдавливании шарика не происходило передавливания материала, его толщина должны быть менее десятикратной глубины отпечатка n.

Таблица 1.1- Выбор диаметра и нагрузки в зависимости от твердости и толщины испытываемого образца

Материал	Интервал твердости, НВ	Толщина образца, мм	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка Р, кгс	Время выдержки под нагрузкой, с*
Черные	140-450	Более 6	10	3000	

металлы		6-3 менее 3	5 2,5	750 18,5	10
Черные металлы	Менее 140	Более 6 6-3 Менее 6	10 5 2,5	3000 750 18,5	30
Цветные металлы	32-130	Более 6 6-3 2,5	10 5 2,5	1000 250 62,5	30
Цветные металлы	8-35	Более 6 6-3 менее 3	10 5 2,5	250 62,8 15,6	60

В современных приборах время выдержки устанавливается автоматически

1.3 Проведение испытания и определение твердости по Бринеллю

1 . Выбрать нагрузку в соответствии с испытываемым материалом по таблице 1 и установить грузы на подвеску прибора.

2 . Наконечник с шариком требуемого диаметра вставить в шпиндель и закрепить винтом.

3 . Установить по шкале время выдержки образца под определенной нагрузкой.

4 . На столике твердомера поставить испытываемый образец так, чтобы расстояние от края образца до центра отпечатка было не менее диаметра шарика.

5 . Вращением маховика поднять столик и прижать образцы к шарику до упора.

6 . Нажатием пускателя включить электродвигатель.

7 . Измерить при помощи бинокуляра полученный отпечаток и рассчитать твердость.

Полученный отпечаток измеряют в двух взаимно перпендикулярных направлениях, и диаметр определяют как среднее арифметическое двух измерений.

Бинокуляр нижней опорной частью плотно устанавливают на поверхность образца над отпечатком в нижней части (окном) к свету.

Поворачивая окуляр, добиваются резкости отпечатка, край его совмещают с началом шкалы и отмечают по противоположному краю отпечатка диаметр d, в соответствии с ценой деления шкалы (0,5 мм).

Затем бинокуляр или образец поворачивают на 90°, измеряют диаметр этого же отпечатка. По среднеарифметическому значению диаметра отпечатка d по формуле или таблице определяют твердость по Бринеллю НВ.

Для получения правильной характеристики твердости необходимо провести еще два измерения этого же образца, причем при повторных испытаниях центры средних соседних отпечатков должно находится на расстоянии не менее двух диаметров шарика.

1.4 Определение твердости по Роквеллу

Испытания на твердость по Роквеллу производятся вдавливанием в образец алмазного конуса с углом 120° или стального шарика диаметром 1,588 мм.

Величина твердости представляет собой глубину отпечатка, получаемую от вдавливания индентора при определенной нагрузке – 60, 100 или 150 кгс. Твердость по Роквеллу – число отвлеченное и выражается в условных единицах. Число твердости по Роквеллу обозначается:

HRA – при испытании алмазным конусом под нагрузкой 60 кгс, отсчет по шкале А.

HRB – при испытании стальных шариков под нагрузкой 100 кгс, отсчет по шкале В.

HRC – при испытании алмазным конусом под нагрузкой 150 кгс, отсчет по шкале С.

Определение твердости на приборе Роквелла имеет ряд преимуществ по сравнению с определением твердости на приборах типа ТШ, т.к. испытания проводят быстро, величина

твердости читается по шкале без каких-либо измерений и пересчетов, получающиеся отпечатки очень малы и не портят детали, диапазон измерений практически не ограничен.

Схема прибора типа ТК для определения твердости по Роквеллу приведена на плакате в лаборатории. В зависимости от твердости материала выбирается индентер и нагрузка по таблице 1.2. Перед испытанием опорная и испытываемая поверхность обрабатывается с целью удаления дефектов и придания горизонтальности поверхностям плоского образца.

1.5 Проведение испытаний и определение твердости по Роквеллу

1. Выбрать наконечник и нагрузку в соответствии с твердостью по табл.1.2
2. Установить необходимую нагрузку и закрепить наконечник винтом.
3. Установить необходимый столик в зависимости от формы образца.
4. Вращением штурвала осторожно поднять столик, чтобы образец плавно коснулся шарика или алмазного конуса. При ударе алмазный конус может расколоться.

Таблица 1.2 Выбор наконечника и нагрузки при определении твердости по Роквеллу

Примерная твердость по Бринелю	Вид наконечника	Нагрузка шкала в кгс	Шкала	Обозначение твердости	Допускае-мые пределы измерения
60-230	Стальной шарик	100	B	HRB	25-100
230-700	Алмазный конус	150	C	HRC	20-70
Свыше 700	Алмазный конус	60	A	HRA	70

5. После касания образца с индентором продолжают вращение штурвала, пока маленькая стрелка установится в вертикальном положении.
6. В этом случае, при отклонении большой стрелки от вертикального положения не более, чем на 2-5 делений, вращением кольца циферблата подвести ноль черной шкалы (СиА) к большой стрелке. <u>При большем отклонении стрелки предварительную нагрузку надо снять и испытание провести в другой точке образца.</u>
7. Нажатием на педаль включить механизм приложения основной нагрузки, плавно опускающий и поднимающий груз с необходимой выдержкой.
8. Прочитать по соответствующей шкале число твердости по Роквеллу, не снимая предварительной нагрузки.
9. Вращением штурвала по часовой стрелке освободить образец от действия предварительной нагрузки и повторить испытание в другой точке образца. Расстояние между отпечатками и от края образца должно быть не менее 2,5 мм при вдавливании конуса (шкалы С и А) и не менее 4 мм при вдавливании шарика (шкала В).
10. На каждом образце произвести не менее трех испытаний и определить твердость по Роквеллу, как их среднеарифметическое значение.

Примечание: При определении твердости по шкале В совмещение большой стрелки производится с нулем шкалы С, а не с нулем красной шкалы В.

1.6 Составление отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Описание принципа определения твердости на приборах типа ТШ и ТК.

3. Условие выбора инденторов и нагрузки.

4.Вывод

1.7 Контрольные вопросы

1 . Что такое механические свойства металлов и сплавов? (пластичность, твердость, прочность и т.д.)

2. Основные методы определения твердости.

3. Зависимость выбора диаметра шарика и алмазного конуса от толщины испытуемой детали и от материала.

4 . Принцип действия приборов “ТШ”, “ТК” и их принципиальное различие.

5 . Какой параметр измеряет пресс Роквелла при определении твердости?

Практическая работа работа №3(2часа)

Тема: «Микроанализ железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии»

Цель работы: Научиться различать структурные составляющие железоуглеродистых сплавов и определять по структуре тип сплава и его примерный химический состав.

Приборы, материалы и инструмент:фотографии микруструктур железа, углеродистых сталей и белых чугунов (с различным содержанием углерода) в равновесном состоянии.

Ход работы:

1. Изучить и описать микроструктуры углеродистых сталей и белых чугунов в равновесном состоянии. Дать определение структурным составляющим и описать как они выглядят под микроскопом.

2. Изучить выданные фотографии железоуглеродистых сплавов с различным содержанием углерода, схематически зарисовать их микроструктуры, определить название сплава, его структурные составляющие и ориентировочное содержание углерода в нем (используя методику, описанную в теоретической части).

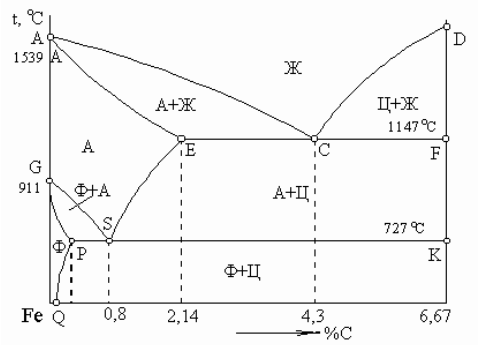
3. Начертить диаграмму Fe-Fe_3C в масштабе, отметить все области, линии и точки диаграммы, провести на ней линии рассмотренных сплавов и определить температуры начала и конца кристаллизации для каждого сплава.

4. Сделать выводы по работе, сопоставив содержание углерода в сплаве и его структуру.

Теоретическая часть

Диаграмма железо-цементит

Микроструктура сталей и белых чугунов формируется при кристаллизации сплавов согласно диаграмме железо-цементит (рисунок 1).



Содержание углерода, %

Рисунок 1 – Диаграмма железо – цементит

Основные точки диаграммы состояния железо—цементит обозначены латинскими буквами, общепринятыми в международной практике. Координаты основных точек

диаграммы состояния железо—цементит и их буквенные обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Координаты основных точек диаграммы состояния железо—цементит

.**Твердые фазы** нестабильной диаграммы: феррит низкотемпературный и высокотемпературный, аустенит и цементит.

Феррит (Ф) - твердый раствор внедрения углерода в железо с ОЦК решеткой (различают высокотемпературный феррит α и низкотемпературный δ). Максимальная концентрация углерода в низкотемпературном феррите составляет 0,025 % при 727 °С, а в высокотемпературном феррите 0,1 % при 1499 °С. Растворимость углерода в феррите изменяется, после охлаждения до комнатной температуры она становится равной 0,006 % С.

Феррит мягок и пластичен, он имеет следующие механические свойства: $\sigma_в$ = 250 МПа; σ_{02} = 120 МПа; δ = 50 %; ψ = 80 %; *KCU* = 2,5 МДж/м^2; НВ 80. Феррит при температуре ниже 768°С ферромагнитен.

Под микроскопом феррит выявляется в виде однородных светлых зёрен.

Аустенит (А) - твердый раствор внедрения углерода в железо с ГЦК решеткой (γ-фаза). Максимальная растворимость углерода в γ-Fe составляет 2,14% при температуре 1147°С и 0,8% при температуре 727°С. Аустенит пластичен (δ = 40—50 %), имеет твердость НВ 160—200. . Аустенит является фазой немагнитной.

Структура аустенита состоит из полиэдрических зерен, в которых встречаются двойники

Цементит (Ц) - химическое соединение (Fe_3C). Содержание углерода в цементите составляет 6,67%. Особенностью цементита является его исключительно высокая твердость (HV 1000, цементит легко царапает стекло) и хрупкость. Он слабо ферромагнитен и теряет ферромагнетизм при 217°С. При высоких температурах цементит неустойчив и распадается с образованием железа и графита, поэтому температура плавления цементита точно не определена и принимается равной 1500°С.

В зависимости от того, из какой фазы выделяется цементит, различают цементит: первичный (из жидкого раствора); вторичный (из аустенита); третичный (из феррита).

Под микроскопом цементит как структурная составляющая в сталях и в техническом железе выделяется по границам зерен и выглядит как двойная граница. В белых заэвтектических чугунах цементит выделяется в виде пластин и выглядит под микроскопом как белые полоски с параллельными границами ориентированные беспорядочно.

Структуры железоуглеродистых сплавов

Железоуглеродистые сплавы, содержащие до 0,025% С, относятся к техническому железу, от 0,025% до 2,14% С - к сталям, а свыше 2,14% С - к чугунам.

Микроструктура технического железа и углеродистых сталей для равновесных условий характеризуется нижней левой частью диаграммы состояния железо — цементит (рис. 2).

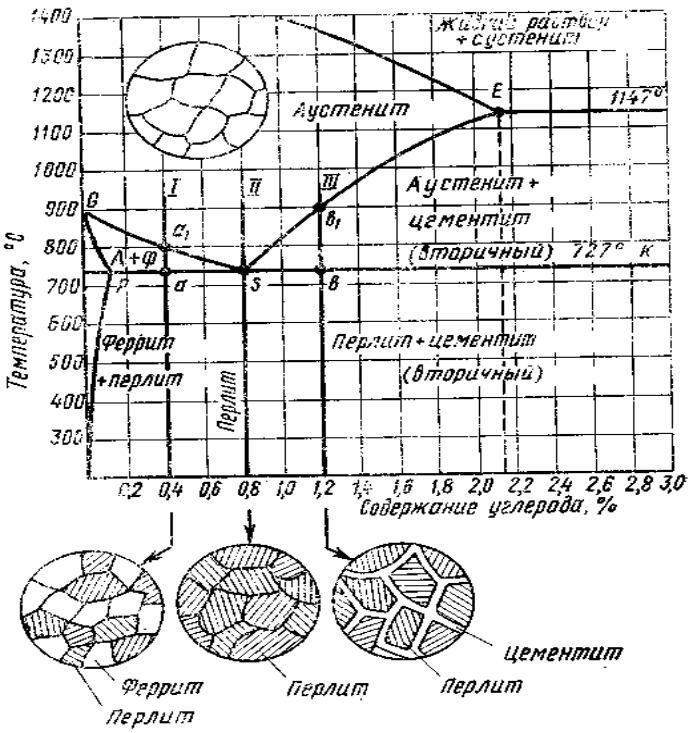


Рисунок 2 – Левая нижняя часть диаграммы железо-цементит.

Сплавы с содержанием до 0,025% С называются техническим железом, от 0,025 до 0,8% С — доэвтектоидными сталями и от 0,8 до 2,14% С —заэвтектоидными. Сплав с содержанием 0,8% С называется эвтектоидной сталью.

Микроструктура технического железа. Растворимость углерода в α-железе переменная (см линию *PQ* на рис. 2). С понижением температуры растворимость углерода в α - железе понижается. При 727°С в α -железе растворяется 0,025% С, а при комнатной температуре 0,006%. В связи с этим сплавы железа с содержанием до 0,006% С имеют структуру только твердого раствора углерода в α-железе, т. е. феррита (рис. 3).

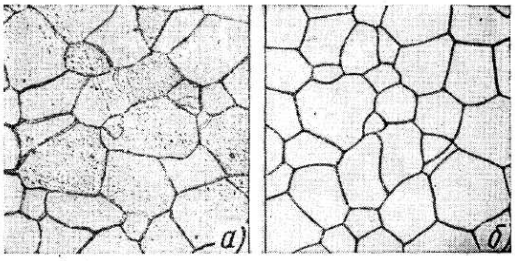


Рисунок 3 - Техническое железо — феррит:
а — микроструктура (Х500); б — схема микроструктуры

В сплавах с содержанием от 0,006 до 0,02% С в связи с понижением растворимости углерода в α-железе при понижении температуры из феррита выделяется цементит, называемый третичным. Третичный цементит выделяется по границам зерен феррита (рис. 4).

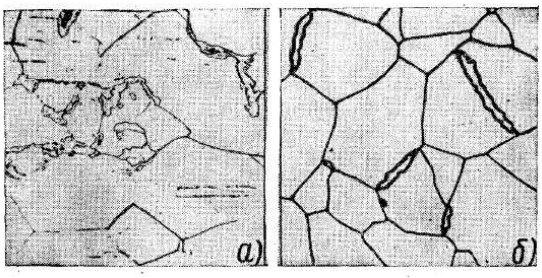


Рисунок 4 – Техническое железо с 0,015% С — феррит+цементит (третичный):
а — микроструктура (Х500); *б* —схема микроструктуры

Микроструктура сталей

Во всех сталях в структуре присутствует структурная составляющая – перлит.

Перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита, образующаяся при распаде аустенита при температуре ниже 727°С. Перлит имеет пластинчатое строение, в нем чередуются пластины феррита и цементита. После травления 4%-ной азотной кислотой в спирте на шлифе получается микрорельеф. Это объясняется тем, что феррит с меньшим электрохимическим потенциалом, чем цементит, более интенсивно растворяется в кислоте. Кроме того, интенсивно растравливаются границы между цементитом и ферритом. Поэтому падающий в микроскопе на микрошлиф свет будет давать тени от выступов (цементитных пластин) на углубленные (феррит) места. В зависимости от скорости охлаждения пластины цементита в перлите могут быть длиннее или короче и толще или тоньше. Твердость перлита в зависимости от его дисперсности составляет 200-250 НВ. Предел прочности $\sigma_в$=700-800 МПа. Относительное удлинение δ = 15-20%

Микроструктура доэвтектоидных сталей (0,025% - 0,8% С) состоит их зерен феррита и цементита.

В доэвтектоидной стали после травления феррит выявляется в виде светлых полей, а перлит — в виде полей темного цвета или при хорошем травлении и большом увеличении полосчатого строения (рисунок 5); количество перлита увеличивается по мере повышения содержания углерода в стали (рисунок 6). В сталях, близких к эвтектоидному составу, феррит расположен по границам зерен перлита в виде сетки. Цементит третичный в структуре доэвтектоидных сталей не наблюдается из-за его малого количества;

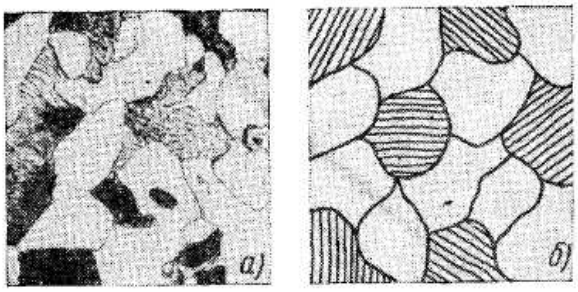


Рисунок 5 - Доэвтектоидная сталь с 0,3% С — феррит+перлит

а — микроструктура (Х500); *б* — схема микроструктуры

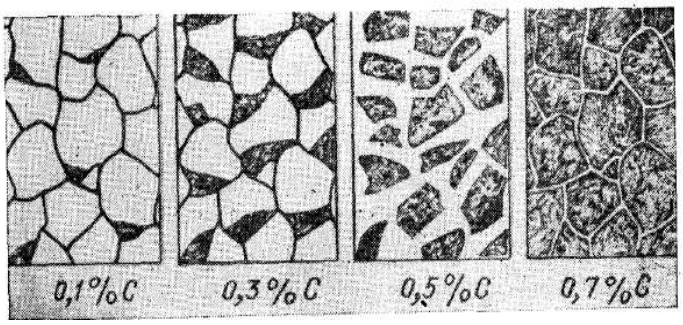


Рисунок 6 - Схемы микроструктур стали с разным содержанием углерода

Микроструктура эвтектоидной стали (0,8%С) состоит из одного перлита (рисунок 7).

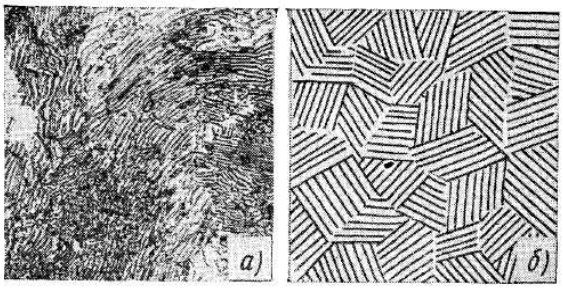


Рисунок 7 - Эвтектоидная сталь с 0,8% С — перлит:

а — микроструктура (Х500); *б* — схема микроструктуры

Микроструктура заэвтектоидной стали (0,8-2,14% С) состоит из перлита и цементита (вторичного). Белая сетка — вторичный цементит, а внутри сетки зерна темного цвета или пластинчатого строения — перлит. (рисунок 8).

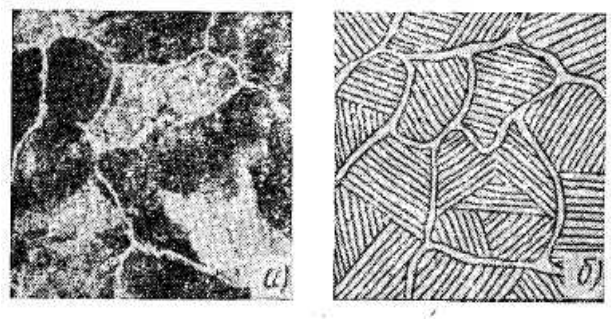


Рисунок 8 - Заэвтектоидная сталь с 1,2% С — перлит+цементит (в виде сетки):

а — микроструктура (Х500); б — схема микроструктуры

Чем больше углерода в заэвтектоидной стали, тем более массивной (толстой) получается цементитная сетка.

Выделение цементита по границам перлита нежелательно, т.к. при этом снижается пластичность стали.

Свойства стали, как и структура, зависят от содержания углерода. Чем больше углерода в стали, тем выше ее твердость и ниже пластичность, вязкость. Прочность с повышением содержания углерода до 0,8% увеличивается, но далее происходит ее снижение из-за наличия цементитной сетки в заэвтектоидных сталях.

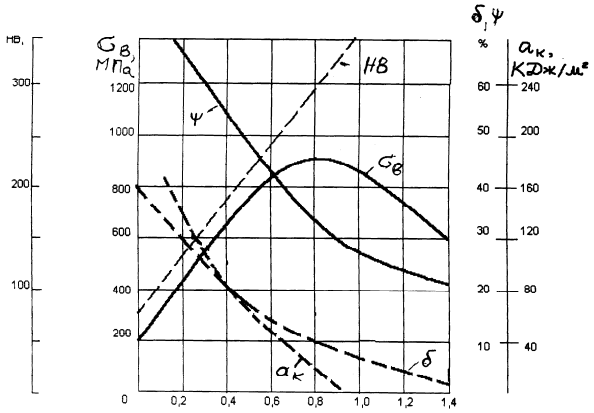
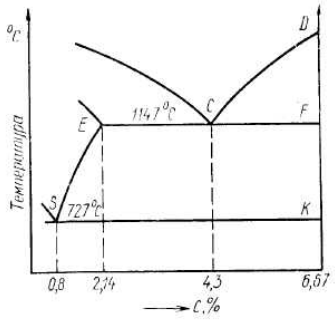


Рисунок 9 – Влияние углерода на свойства стали

Микроструктура белых чугунов

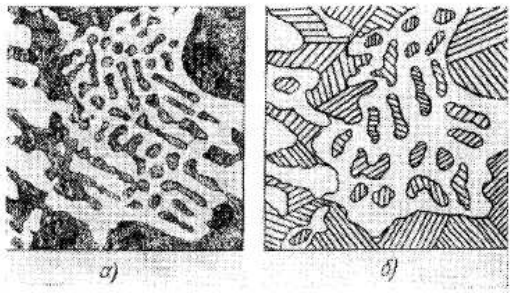


В белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии, т. е. в виде цементита. Белый чугун в зависимости от содержания углерода разделяется на доэвтектический (от 2,14

до 4,3% С), эвтектический (4,3% С) и заэвтектический (от 4,3 до 6,67% С). Определяющим структурным признаком белых чугунов является наличие ледебурита.

Ледебурит - цементитная эвтектика, образующаяся при превращении жидкого расплава в смесь кристаллов аустенита и цементита при температуре 1147°С. **До температуры 727°С ледебурит состоит из цементита и аустенита** с содержанием 0,8% С. При 727°С аустенит превращается в перлит. Таким образом, **после полного охлаждения ледебурит состоит из цементита и перлита** и называется ледебуритом превращенным.

Под микроскопом ледебурит выглядит как пятнистое поле – на светлом фоне (цементит) темные пятна округлой формы (перлит).

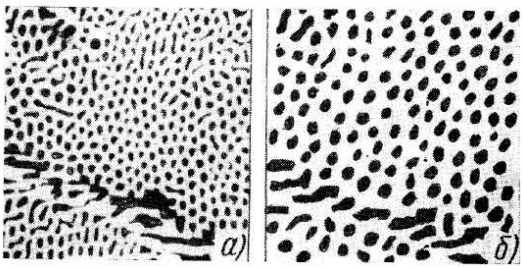


Микроструктура доэвтектических чугунов (до 4,3% С), состоит из крупных зерен перлита дендритной формы, ледебурита превращенного и вторичного цементита. Цементит вторичный часто в структуре не виден, т.к. выделяясь из аустенита, он присоединяется к пластине цементита, входящего в ледебурит. Можно считать, что структура таких доэвтектических белых чугунов состоит из ледебурита (цементитной эвтектики) и перлита (рисунок 10).

Рисунок 10 - Доэвтектический белый чугун с 3% С — перлит+ледебурит:

а — микроструктура (Х500); *б* — схема микроструктуры

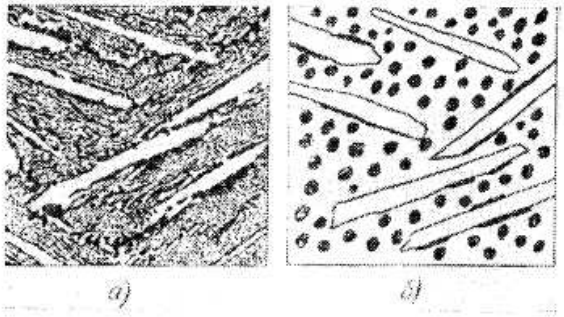
В тех случаях, когда чугун охлаждается ускоренно в интервале между эвтектической и эвтектоидной температурами, видны пластинки цементита вторичного внутри дендритов аустенита.



Микроструктура эвтектического чугуна (4,3% С) состоит только из ледебурита превращенного $Л_{пр}$. (П + Ц) (рисунок 11).

Рисунок 11 - Эвтектический белый чугун с 4,3% С — ледебурит:

а — микроструктура (Х500); *б* — схема микроструктуры



Микроструктура заэвтектического белого чугуна (более 4,3%С) состоит из ледебурита и цементита первичного. Цементит первичный имеет пластинчатую форму (рисунок 12).

Рисунок 12 - Заэвтектический белый чугун с 5% С — цементит (первичный) и ледебурит:

а — микроструктура (Х500); *б* — схема микроструктуры

В белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии (в цементите). Белые чугуны, из-за большого количества цементита имеют высокую твердость, износостойкость, но хрупки, поэтому в машиностроении почти не применяются, а являются передельными для получения стали или подвергаются отжигу на ковкий чугун. Особенно хрупок заэвтектический белый чугун, из-за наличия крупных пластин цементита.

Определение содержания углерода в сталях и белых чугунах по их микроструктуре

По микроструктуре стали и белого чугуна в равновесном состоянии (отожженном состоянии) можно приблизительно определить содержание углерода, для чего нужно ориентировочно определить площадь (в процентах), занимаемую структурными составляющими ферритом (0,006%С), перлитом (0,08%С), цементитом (6,67%С), ледебуритом (4,3%С).

Например **в доэвтектоидной стали** в структуре – феррит и перлит. В связи с тем, что в феррите растворено очень небольшое количество углерода, практически можно считать, что в доэвтектоидной стали весь углерод находится в перлите. В перлите содержится 0,8%С.

Тогда содержание углерода С в доэвтектоидной стали можно определить по формуле

$C = (F_n \cdot 0{,}8)/100$ %,

где F_n — площадь, занимаемая перлитом, %.

Предположим, например, что 30% всей площади занято ферритом, 70% — перлитом. Содержание углерода в такой стали будет

$C = (70 \cdot 0{,}8)/100 = 0{,}56$ %.

В заэвтектоидной стали в структуре – перлит и цементит. В цементите содержится 6,67 % углерода. Содержание углерода в заэвтектоидной стали при площади занятой 95% перлита и 5% цементита будет следующим:

$C = (5 \cdot 6{,}67)/100 + (95 \cdot 0{,}8)/100 = 1{,}09$ %,

где 6,67 - содержание углерода в цементите (в %), 0,8 - содержание углерода в перлите (в %).

Аналогично можно определить количество углерода в чугунах. Учитывая, что в ледебурите содержится 4,3% С.

Например **в доэвтектическом чугуне** в структуре наблюдается 40% перлита и 60% ледебурита, тогда:

$C= (40 \cdot 0{,}8)/100+(60 \cdot 4{,}3)/100=2{,}9\%$.

В заэвтектическом чугуне содержится 20% цементита и 80% ледебурита, тогда:

$C= (20 \cdot 6{,}67)/100+(80 \cdot 4{,}3)/100=4{,}8\%$

Отчёт о работе должен содержать: название и цель работы, оборудование, краткое описание порядка выполнения работы, в ходе работы должны быть отражены теоретические положения (перечисленные в порядке выполнения работы), схематически зарисованы микроструктуры выданных образцов с обозначением структурных составляющих, определены названия сплавов и рассчитаны ориентировочные процентные доли углерода выданных образцов сплавов, зарисована диаграмма железо – цементит на ней отмечены линии сплавов и указаны температуры начала и конца кристализации этих сплавов.

Контрольные вопросы

1. Что называется ферритом, аустенитом, цементитом?
2. Какие структурные особенности характерны для перлита и ледебурита?
3. Какая структурная составляющая присутствует во всех сталях?

4. Какая структурная составляющая присутствует во всех белых чугунах?

5. Как увеличение содержания углерода влияет на свойства сталей и чугунов?

6. Что такое ледебурит и перлит, какой их состав и как эти структурные составляющие выглядят под микроскопом?

7. Как классифицируют углеродистые стали и белые чугуны по структуре?

8. Какие механические свойства феррита, цементита, перлита, ледебурита?

9. Какую структуру имеет доэвтектоидная и заэвтектоидная стали?

10. Какую структуру имеет доэвтектический и заэвтектический белый чугун?

11. Какие сплавы называются сталями, чугунами?

Практическая работа №4
Тема: «Диаграммы состояния двойных сплавов».

Цель работы: изучить основные разновидности диаграмм состояния двойных сплавов. Научиться определять по диаграмме состояния возможность проведения термической обработки сплавов, их упрочнения.

Общие теоретические сведения.

Для практической работы с двойными сплавами необходимо знать их структуру, возможность ее изменения с изменением температуры и состава сплава и, таким образом, судить о свойствах сплавов и о возможностях изменения свойств в нужном направлении. Необходимость изменить структуру и свойства сплавов может возникнуть, если при получении детали методом литья произошла внутрикристаллическая ликвация, если нужно упрочнить сплав термической обработкой, и в некоторых других случаях. Для определения возможности проведения термической обработки и назначения ее температурного режима нужно знать закономерности изменения фазового состава в зависимости от температуры и химического состава сплава в данной системе. Графическая зависимость, содержащая эту информацию, и является ***диаграммой состояния***. Диаграммы состояния позволяют получать разностороннюю информацию о сплавах. С их помощью можно судить о литейных свойствах сплавов и, соответственно, о возможности получения из них отливок, о склонности сплавов к внутрикристаллической ликвации и ликвации по удельному весу при кристаллизации, о пластичности различных сплавов и возможности их пластического деформирования при изготовлении изделий.

Чаще всего для построения диаграмм состояния металлических систем используют термический анализ, основанный на том, что плавление, кристаллизация и все структурные изменения сплавов в твердом состоянии происходят с тепловыми эффектами (с поглощением или выделением тепла). Следовательно, снимая кривые нагрева или охлаждения сплавов разного состава какой-либо системы, можно зафиксировать температуры, при которых происходят те или иные изменения в структуре. Если затем эту информацию представить графически в координатах «температура - состав сплава», то получится диаграмма состояния системы.

В зависимости от характера взаимодействия компонентов в сплаве, соответствия или различия в их атомно-кристаллическом строении возможно образование различных фаз: *твердых растворов, механической смеси кристаллов отдельных компонентов, химических* соединений и др. Это взаимодействие описывается различными видами диаграмм состояния с разными возможностями изменения структуры и проведения термической обработки сплавов.

Основные разновидности таких диаграмм рассматриваются в общем виде ниже.

Диаграмма с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии

В этой системе в жидком состоянии компоненты **А** и **В** растворяются друг в друге, а в твердом не растворяются. По вертикальной оси на диаграммах всегда откладывается температура, а по горизонтальной - состав сплава в процентах. На приведенной диаграмме (*рис. 1*) в точке «$\mathbf{x_1}$» содержится 100 % компонента **А**, вправо от этой точки увеличивается количество компонента В в сплавах, и в точке «$\mathbf{x_3}$» содержится 100% **В**. Точка «**а**» соответствует температуре плавления компонента **А**, а точка «**с**» - компонента **В**.

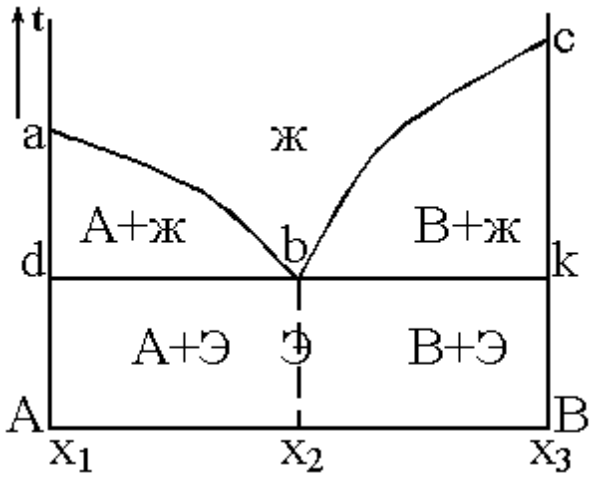


Рис. 1.

Если рассматривать диаграмму при понижении температуры (сверху вниз), то пересечение каждой линии соответствует изменению фазового состояния, строения сплавов данной системы. На *рис. 3.1* линия **abc** является геометрическим местом температур начала кристаллизации сплавов и называется линией ликвидус. Выше этой линии все сплавы системы А-В находятся в жидком состоянии.

Линия **dbk** является геометрическим местом температур конца кристаллизации и называется линией **солидус**. Ниже нее все сплавы находятся в твердом состоянии. Следовательно, между линиями **ликвидус** и **солидус** сплав находится в двухфазном состоянии (и жидком, и твердом), т.е. в областях **abda** и **bckb** идут процессы кристаллизации (при охлаждении) и плавления (при нагревании).

При охлаждении из жидкого состояния на линиях **ab** и **bc** начинается процесс кристаллизации. Поскольку компоненты этой системы не растворяются друг в друге и химически не взаимодействуют, то при кристаллизации образуются кристаллы чистых компонентов. Причем, в области **abda** более благоприятные условия для образования в жидкости зародышей компонента **А** и роста из них кристаллов, а в области **bckb** - компонента **В**. Поэтому на линии **ab** начинается кристаллизация компонента **А**, а на линии **bc** – компонента **В**. При последующем понижении температуры эти процессы продолжаются до линии солидус **dbk**.

Точка «**b**» на диаграмме называется **эвтектической**, она принадлежит одновременно линии **ab** и линии **bc**. При кристаллизации сплава эвтектического состава ($\mathbf{x_2}$) в точке «**b**» одновременно формируются кристаллы компонентов **А** и **В**, в результате чего образуется мелкая механическая смесь кристаллов **А** и **В**, которая называется **эвтектикой**. Эвтектика сохраняется в этом сплаве и при последующем охлаждении в твердом состоянии.

При кристаллизации компонентов **А** и **В** в областях **abda** и **bckb** состав оставшейся жидкости непрерывно меняется. В первом случае она обедняется компонентом **А**, во втором - **В**. Когда охлаждение доходит до линии **dbk**, состав оставшейся жидкости становится равным эвтектическому ($\mathbf{x_2}$). Поэтому на линии **dbk**, так же как и в точке «**b**», кристаллизуется эвтектика.

В твердом состоянии (ниже линии **dbk**) структура доэвтектических сплавов (в интервале концентраций $\mathbf{x_1}$-$\mathbf{x_2}$) будет состоять из кристаллов компонента **А** и эвтектики, структура эвтектического сплава (состава $\mathbf{x_2}$) - из одной эвтектики, структура заэвтектических сплавов (в интервале концентраций $\mathbf{x_2}$-$\mathbf{x_3}$) - из кристаллов компонента В и эвтектики. Дальнейшее охлаждение в твердом состоянии не приводит к каким-либо изменениям в структуре, т.к. никаких линий в нижней части диаграммы нет.

Оценим возможность термической обработки сплавов системы с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии.

Термической обработкой называют изменение структуры и свойств сплавов путем нагрева их до определенной температуры, выдержки и охлаждения с необходимой скоростью. Если посмотреть на диаграмму на *рис. 1*, то видно, что нагрев и охлаждение сплавов данной системы в твердом состоянии не приводят к изменению структуры, а следовательно - и свойств. Это значит, что упрочняющая термическая обработка сплавов подобных систем невозможна.

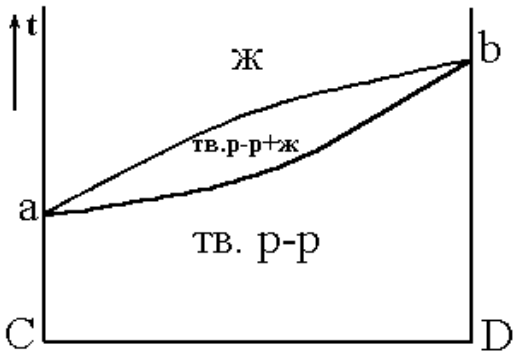


Диаграмма с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии

В данном случае компоненты**C** и **D** растворяются друг в друге в твердом состоянии во всем интервале концентраций (от 0 до 100 %) (*рис. 2*). С учетом этого следует рассматривать диаграмму системы сплавов **C–D**.

Рис.2.

На *рис. 2* точки «**a**» и «**b**» - температуры плавления (кристаллизации) компонентов **C** и **D** соответственно. Верхняя линия является линией ликвидус, следовательно выше нее все сплавы данной системы находятся в жидком состоянии. Нижняя линия – линия **солидус**, ниже которой все сплавы находятся в твердом состоянии. Кристаллизация при охлаждении жидкости начинается на линии ликвидус, при этом образуются кристаллы твердого раствора **C** в **D** (или **D** в **C**), заканчивается этот процесс на линии солидус. Ниже солидуса, т.е. в твердом состоянии, структура сплавов – это кристаллы твердого раствора замещения. При дальнейшем охлаждении до комнатной температуры изменений в структуре не происходит. Поскольку нагрев и охлаждение сплавов данной системы в твердом состоянии не приводят к изменению структуры, упрочняющая термическая обработка сплавов подобных систем невозможна.

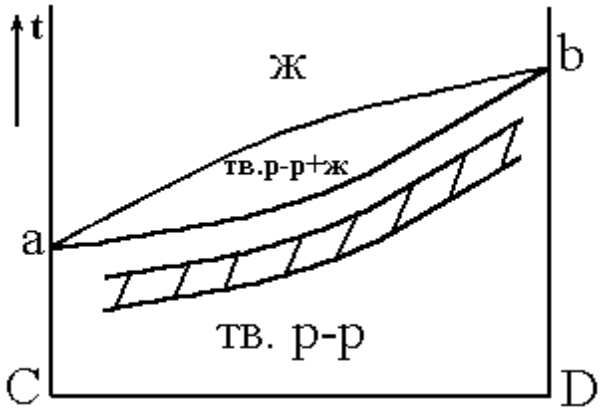


Рис. 3.

Если в процессе кристаллизации произошла внутрикристаллическая ликвация, то устранить или уменьшить неоднородность по составу в сплаве можно термической обработкой – диффузионным отжигом (или гомогенизацией). Для этого необходимо нагреть сплав до высоких температур с целью ускорения диффузионных процессов, выдержать при этих температурах достаточно длительное время (часы или десятки часов) и затем медленно охладить. Режим диффузионного отжига показан на рис. 5.3 (заштрихованный интервал температур).

Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

В этой системе (*рис. 3.4*) компонент **К** в компоненте **М** в твердом состоянии не растворяется, а **М** в **К** растворяется в ограниченных количествах. Обозначим твердый раствор компонента **М** в **К** буквой α. Такой твердый раствор с ограниченной растворимостью может образоваться как по типу замещения, так и по типу внедрения. При

температуре t_1 в твердом растворе α может раствориться x_2 компонента **М**, а при комнатной температуре - x_1, т.е. с понижением температуры растворимость **М** в твердом растворе α уменьшается.

Линия **abc** - **ликвидус** диаграммы, следовательно, при более высоких температурах все сплавы данной системы будут в жидком состоянии.

Линия **adbf** – **солидус**, ниже нее сплавы находятся в твердом состоянии.

При охлаждении доэвтектических сплавов (с концентрацией компонента **М** до x_3) в области **abda** , а в заэвтектических сплавах (с концентрацией α будет происходить кристаллизация твердого раствора **М** больше x_3) в области **bcfb** - кристаллизация компонента **М**. При этом в сплавах с концентрацией **М** до x_2 кристаллизация заканчивается на линии ad формированием структуры, полностью состоящей из кристаллов твердого раствора α, которая сохраняется и при дальнейшем охлаждении. Точка «**b**» на диаграмме – **эвтектическая**.

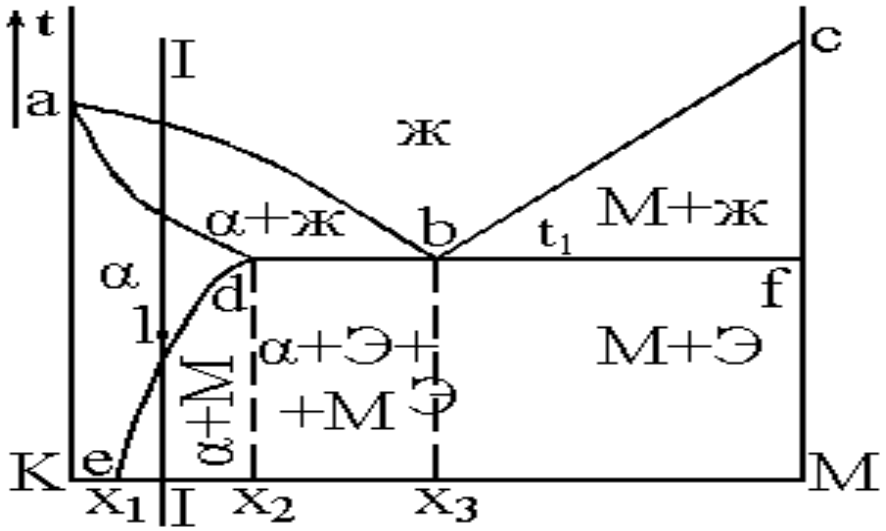


Рис. 4.

В сплаве эвтектического состава (x_3) в точке «**b**» при постоянной температуре t_1 происходит кристаллизация эвтектики, которая представляет собой смесь мелких кристаллов твердого раствора α и компонента **М**. Если проанализировать процессы, идущие при кристаллизации в областях **abda** и **bcfb**, то можно увидеть, что состав жидкости здесь непрерывно меняется, и при температуре t_1 (на линии **dbf**) становится **эвтектическим**. Таким образом, на линии **dbf** из жидкости эвтектического состава кристаллизуется эвтектика, сохраняющаяся в сплавах при дальнейшем охлаждении.

Линия **de** на диаграмме (*рис. 3.4*) показывает предельную растворимость компонента **М** в твердом растворе α, понижающуюся с уменьшением температуры от x_2 до x_1. Поэтому при охлаждении доэвтектических сплавов ниже линии **de** из твердого раствора α будут выделяться избыточные атомы компонента **М** с образованием мелких кристаллов (частиц) этого компонента. Эти частицы при медленном охлаждении будут расти, укрупняться. Точно такой же процесс будет происходить и в сплавах состава x_2–x_3. Это значит, что в них при температурах ниже линии **db** тоже будут выделяться частицы компонента **М**.

Для систем с твердыми растворами с ограниченной растворимостью компонентов, зависимой от температуры (подобных системе на *рис. 3.4*), возможна упрочняющая термическая обработка.

+ Мдисп. Такой процесс называется старением (при комнатной температуре – естественное старение, а при повышенных температурах – искусственное старение).α → ′α. Этот процесс называется закалкой. При выдержке закаленного сплава при комнатной или несколько повышенной температуре из пересыщенного твердого раствора будет выделяться избыточный компонент М с образованием дисперсных (очень мелких) частиц: ′α, и быстро охладить, то компонент М не успеет выделиться из твердого раствора. После охлаждения

структура сплава будет представлять собой пересыщенный твердый раствор α и частиц М, нагреть его до температуры точки 1 (выше линии de), выдержать при этой температуре, чтобы все частицы М растворились в твердом растворе αСущность ее заключается в следующем. Если взять сплав состава I–I со структурой, состоящей из кристаллов

Образующиеся при старении мелкодисперсные частицы являются эффективными препятствиями для движения дислокаций и тем самым упрочняют сплав, повышают его прочностные характеристики. Таким образом, упрочняющая термическая обработка сплавов подобных систем заключается в закалке и старении.

В реальных сплавах могут встречаться варианты, когда оба компонента ограниченно растворяются друг в друге в твердом состоянии. В этом случае в системе будет 2 твердых раствора. Пример такой диаграммы показан на *рис. 3.5*.

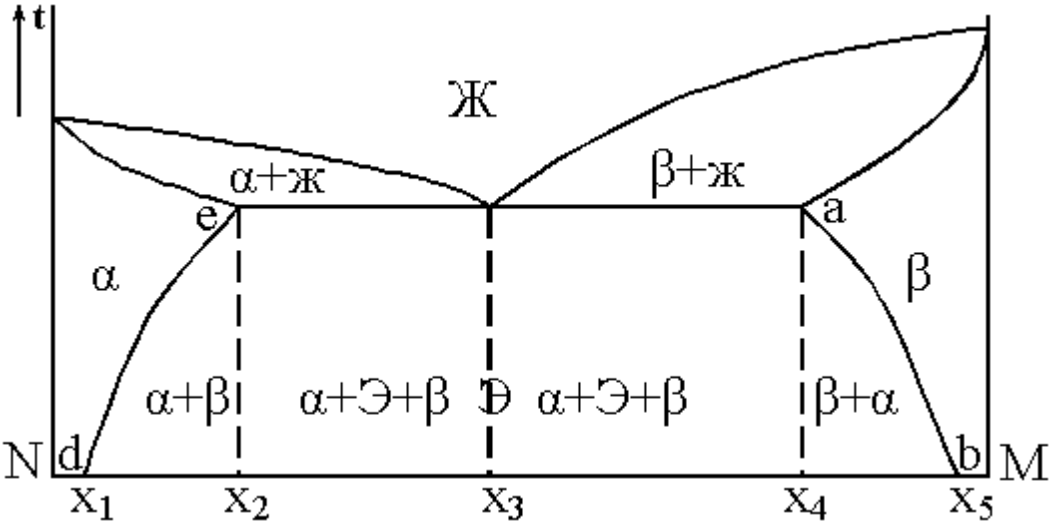


Рис. 3.5. в зависимости от температуры. Сплавы такой системы также могут подвергаться упрочняющей термическо

й обработке (закалке и старению).β и α). Линии de и ab показывают, соответственно, предельную растворимость компонентов М и N в твердых растворах β) и твердый раствор N в М (αЗдесь есть твердый раствор М в N (

Если растворимость компонента в твердом растворе не зависит от температуры, то термическая обработка (закалка) становится невозможной, т.к. нельзя получить пересыщенный твердый раствор, необходимый для образования при последующем старении дисперсной упрочняющей фазы. Пример такой диаграммы показан на *рис. 3.6.*

Здесь концентрация компонента**Р** в твердом растворе **α** постоянна и равна $\mathbf{x_1}$.

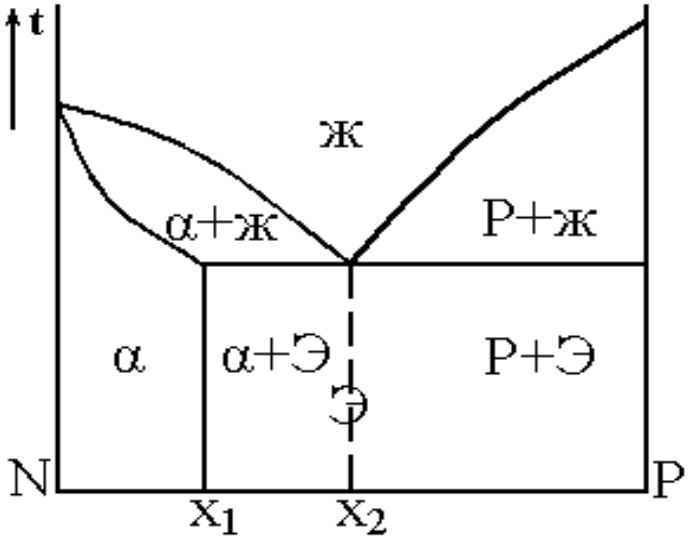


Диаграмма состояния с образованием химического соединения между компонентами

Если в процессе кристаллизации компоненты образуют устойчивое химическое соединение, то оно играет роль самостоятельного компонента в системе. С учетом этого, любую диаграмму с химическим соединением можно анализировать, разложив ее условно на более простые диаграммы, аналогичные рассмотренным выше.

На *рис. 3.7* показана диаграмма с образованием химического соединения **AmDn** между компонентами **A** и **D**.

Эту диаграмму условно можно разделить на 2 простых диаграммы: **A–AmDn** и **AmDn–D** (линии ликвидус **abc** и **cdf**, линии солидус **kbm** и **ndef**). Первая из них - типичная диаграмма с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии, а вторая – диаграмма с ограниченной растворимостью компонентов. С учетом этого и указаны фазы в областях диаграммы на *рис. 3.7*.

В этой системе 2 эвтектики (точки «**b**» и «**d**»); одна из них - $Э_1$ - состоит из кристаллов **A + AmDn**, а другая - $Э_2$ - из кристаллов **AmDn + α.** Компонент **A** ограниченно растворяется в D с образованием твердого раствора **α**. Как видно из *рис. 3.7*, для сплавов в правой части системы возможна упрочняющая термическая обработка (закалка и старение).

Если один или оба компонента при нагревании и охлаждении в твердом состоянии меняют свое кристаллическое строение, то это сказывается на виде диаграммы. На ней появляются дополнительные линии, характеризующие изменение кристаллической решетки компонентов и их взаимодействие после такого изменения с образованием новых фаз в твердом состоянии.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить предложенную преподавателем диаграмму состояния, оставив рядом место для построения кривых охлаждения. Расписать области диаграммы, т.е. в каждой области диаграммы состояния указать структуры, образующие в сплавах этой системы.
2. Определить тип представленной диаграммы?
3. Определить образующиеся структуры и значения линий диаграммы состояния (ликвидус, солидус, линии полимофных превращений, предельной растворимости избыточных фаз, эвтектического превращения).
4. Для заданного сплава построить кривую охлаждения и объяснить происходящие в ней структурные изменения. Для указанного сплава при данной температуре определить фазы, их химический состав и весовое количество.
5. Сравнить механические и технологические свойства сплавов с различной структурой.
6. Прочитайте внимательно основные сведения о диаграммах состояния сплавов.
7. Индивидуальный вопрос.
8. Составить отчет.

Содержание отчета

7. Название, цель работы, задание.
8. Диаграмма состояния.
9. Кривые охлаждения.
10. Ответы на вопросы, поставленные в задании.
11. Ответ на индивидуальный вопрос.
12. Литература.

Контрольные вопросы

1. Твердые растворы замещения, внедрения, упорядоченные.
2. Химические соединения и промежуточные фазы.
3. Линии и структуры в диаграмме состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов.
4. Диаграмма состояния сплавов, кристаллизующихся с образованием механической смеси из чистых компонентов.
5. Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью компонентов и с эвтектикой.
6. Диаграмма состояния с устойчивым химическим соединением.
7. Что такое эвтектическое превращение?

8. Правило отрезков.

9. Как определить химический состав (концентрацию) фаз, находящихся в равновесии в двухфазной области?

Практическая работа №5

Тема : «Расшифровка различных марок сталей»

Цель работы :научиться правильно расшифровывать марки сталей.

Ход работы

1.Выполнить задание.

Фамилия Имя_____

Определить вид и расшифровать маркировку стали приведённой в таблице

№	Марка стали	Расшифровка марки стали
1.	ВСт1кп	
2.	12Х2СНВФА	
3.	08пс	
4.	14Г2	
5.	БСт2пс	
6.	10Ккп	
7.	20ГСТЮА	
8.	13Х2МФТ	
9.	Ст3сп	
10.	ВСт3Гпс	
11.	Ст4Гпс	
12.	Ст5Гпс	
13.	БСт6сп	

14.		
15.	08ХГСМФА	
16.	30	

2.Сформулировать вывод.

Практическая работа №-6(2часа)

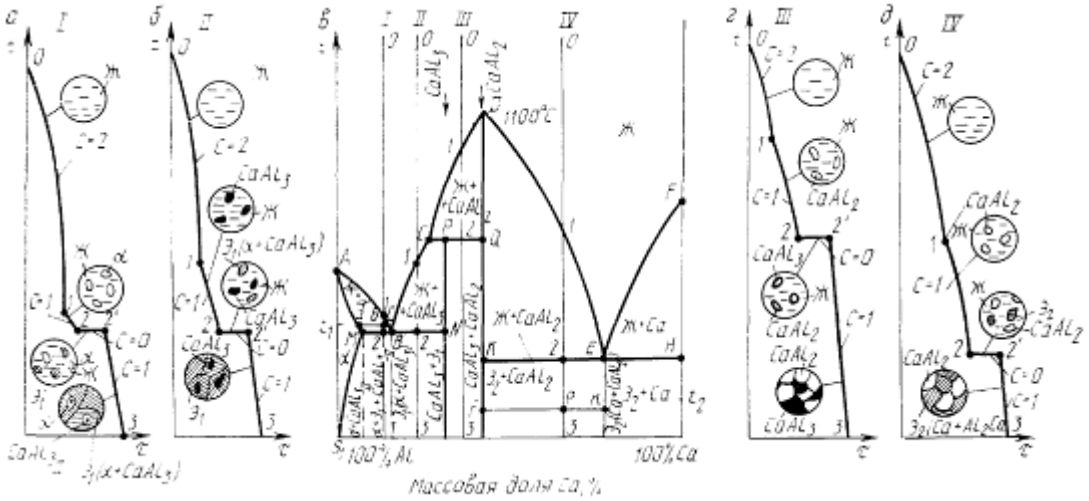
Тема: « Диаграмма состояния двойных сплавов системы Al – Ca»

Цель работы: изучение основных типов диаграмм состояния двойных систем, приобретение практических навыков изучения превращений, протекающих при кристаллизации сплавов, анализ полученных данных и определение возможности их использования на практике.

Знание диаграмм состояния различных систем, характеризующих превращения в сплавах, и умение анализировать эти превращения позволяют оценить свойства сплавов и в конечном итоге рационально выбрать материал для тех или иных изделий в зависимости от предъявляемых к ним требований.

Диаграммы состояния изображаются в координатах температура – содержание компонентов. Линии, соединяющие критические точки аналогичных превращений в системе, разграничивают области существования равновесных фаз. Любая точка на диаграмме определяет фазовый и химический составы сплава, а также его структуру при данной температуре. Вертикальная линия соответствует определенному химическому составу сплава. В зависимости от того, как взаимодействуют компоненты сплавов между собой в твердом состоянии (обладают различной взаимной растворимостью и образуют твердые растворы; образуют эвтектики или химические соединения), различают несколько типов диаграмм.

Рассмотрим превращения, происходящие в сплавах Al – Ca .Выше линии ликвидус *ABCDEF* оба компонента находятся в жидком состоянии и в любых соотношениях неограниченно растворяются друг в друге. Ниже линии солидус *AMBNPQKEH* сплавы системы находятся в твердом состоянии. Анализ диаграммы - показывает, что при затвердевании происходят следующие превращения.



1. Образуется б -твердый раствор Са в А1. Область существования твердого раствора – AMS_1 прилегает к линии чистого А1. Точка *M* показывает максимальную растворимость Са в А1, точка S_1 — минимальную, линия MS_1 — ограничение растворимости Са в Al. Итак, с понижением температуры наблюдается уменьшение растворимости Са в Al в соответствии с линиейMS_1. Избыточный кальций, который не может быть растворен в б – твердом растворе, выделяется при охлаждении ниже линии MS_1 в виде вторичных кристаллов $CaAl_{3\ 11}$ в отличие от первичных $CaAl_3$, образующихся при наличии жидкой фазы в точке *P*.

2. Образуются химические соединения $CaAl_3$ и $CaAl_2$, кристаллизующиеся из жидкого сплава при температурах, соответствующих точке *D,* и точке *P*при взаимодействии жидкой фазы и химического соединения $CaAl_2$(соответственно) .

Превращение, протекающее при постоянной температуре, когда из двух фаз, одна из которых является жидкой, образуется третья и все фазы в момент превращения имеют определенный состав, называется*перитектическим* и может быть записано в виде реакции

T= const

$Ж_c + CaAl_{2\,(Q)}$ ——-> $CaA1_3$(р),

где символы С, Q, *P* показывают содержание компонентов в соответствующих фазах.

Рис. 5.1. Диаграмма состояния *(в)* и кривые охлаждения *(а, б, г, д)* сплавов системы Al – Са (структурный анализ):

I…IV — номера сплавов

В процессе перитектического превращения в соответствии с правилом фаз С = К – Ф + 1 = 2 – 3 + 1 = 0. Применение правила отрезков (конода *CPQ)*показывает, что при перитектическом превращении массы взаимодействующих фаз строго определенны. В доперитектическихспла-вах, расположенных левее точки *P,* в избытке остается жидкая фаза, которая затем испытывает все превращения, описанные ниже для сплава II. В заперитектических сплавах, расположенных правее точки *P,* избыточной явля-ется твердая фаза (в данном случае $CaAl_2$). Химическое соединение $CaAl_3$ является устойчивым при нагревании вплоть до температуры плавления (точка D). Химическое соединение $CaAl_3$ неустойчиво и, будучи нагретым до тем-пературы точки Р, разлагается на жидкость и $CaAl_2$.

3. Формируются две эвтектики $Э_1$ и $Э_2$. Первая представляет собой тонкую механическую смесь кристаллов б -твердого раствора и $CaA1_3$, образующуюся (при С = 0) из жидкости по реакции

Вторая эвтектика представляет собой тонкую механическую смесь кристаллов Са и $CaAl_3$ и образуется но реакции

При этом превращении, как и при первом эвтектическом превращении, система нонвариантна (С = 0).

В ряде систем возможна подобная реакция, но смесь двух различных фаз образуется не из жидкости, а из твердого раствора. Такая реакция называется эвтектоидной.

Рассмотрим кривые охлаждения нескольких сплавов (см. рис. 5.1) и проведем их подробный структурный анализ.

Сплав I. При охлаждении от точки 0 до точки 1 (см. рис.*)* сплав находится в жидком состоянии (С = 2). При температуре t_1, соответствующей точке 1, начинается кристаллизация сплава. Конода *abc*–отрезок изотермы, проведенный влево и вправо от линии сплава до пересечения с линиями диаграммы, где расположены искомые фазы или структурные составляющие (см. рис. 5.1, *в).* Она показывает, что это кристаллы б – твердого раствора (точка *a* коиоды указывает на область б). Вторая точка коноды *c* указывает на наличие жидкой фазы. Пользуясь правилом отрезков, можно определить массовую долю *(Q, %*) сосуществующих фаз. Например, при температуре t_1 Q б = bc / ac*100, *Q ж* =bc / ac*100. Итак, для определения содержания любой из двух фаз необходимо взять отношение длины противолежащего от искомой фазы отрезка коноды к длине всей коноды. Проекции то-чек *a* и *c* на ось концентраций покажут, каково содержа-ние компонентов в каждой из фаз (точка *a* — в б – твердом растворе, точка *c* — в жидкой части сплава).

При охлаждении сплава I от t_1 до t_2 доля твердой фазы растет, а жидкой — соответственно уменьшается, что подтверждается правилом отрезков.

К моменту охлаждения сплава до t_2 содержание ком-понентов в последних порциях кристаллов б – твердого ра-створа будет соответствовать точке *M,*а в жидкости — точке *B*. Как видно, жидкость имеет эвтектический состав и потому она кристаллизуется по первой эвтектической реакции (С = 0), протекающей при постоянной температуре ($t_2 = t_{2'}$). С исчезновением при $t_{2'}$ жидкости первичная кристаллизация заканчивается, а от $t_{2'}$ до t_3протекает вторичная кристаллизация сплава (из твердой б – фазы выделяется $CaAl_{3\ 11}$).

Сплав II. От t_0 до t_1 (см. рис. 5.1, *б)* идет охлаждение жидкой фазы, от t_1 до t_2– выделение из жидкости кристаллов $CaAl_3$. Затем протекает эвтектическая реакция при постоянной температуре (линия *MBN* на рис. 5.1, в) и жидкая часть сплава переходит в эвтектику. Ни-же t_2 никаких превращений в кристаллах $CaAl_3$ и в эвтектике не происходит.

Сплав III. От t_0 До t_1 (см. рис. 5.1, г) идет охлаждение жидкой фазы, от t_1 до t_2 происходит выделение из жидкости кристаллов $CaAl_2$. По достижении температуры, соответствующей линии CPQ, протекает перитектическая реакция (С = 0)

Поскольку линия сплава III проходит правее точки *P,* т. е. ближе к линии $CaAl_2$, то в результате перитектического превращения образуется $CaAl_3$ и некоторая часть $CaAl_2$ остается в избытке. Ниже t_2 никаких превращений в сплаве не происходит.

Кристаллизацию сплава IV (см. рис. 5.1, *д)* анализируют по аналогии с рассмотренными выше сплавами.

Анализ кривых охлаждения чистых компонентов Al и Ca и химического соединения $CaAl_2$ показывает, что они имеют одинаковый характер (площадку кристаллизации в точках A, *F* и D соответственно) и отличаются лишь температурным уровнем площадки кристаллизации. Таким образом, устойчивые химические соединения ведут себя подобно компонентам сплава и, приняв $CaAl_2$ услов-но за компонент, диаграмму A1–Ca (см. рис.)

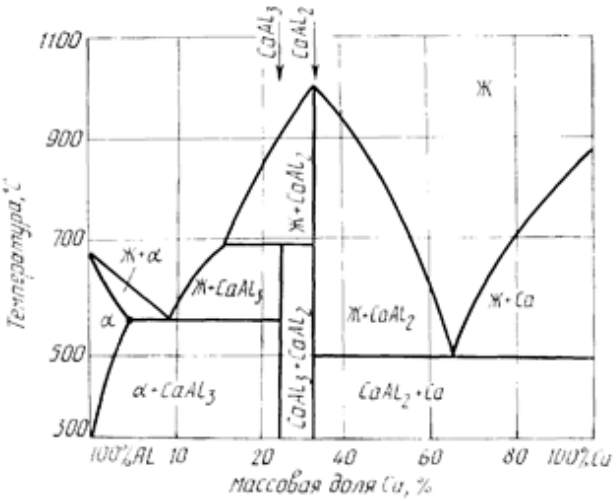


Рис. Диаграмма состояния сплавов системы Al – Ca (фазовый анализ)

Можно рассматривать как состоящую из двух самостоятельных диаграмм A1–$CaAl_2$ и $CaAl_2$ — Ca. При этом диаграмма $CaAl_2$ — Ca является по существу элементар-ной диаграммой, когда оба компонента в твердом состоя-нии нерастворимы друг в друге и образуют механическую смесь–эвтектику. На рис приведены результаты фазового анализа диаграммы Al — Ca.

Фазовый состав сплавов в любой области легко определить с помощью коноды, концы которой указывают на равновесные сосуществующие фазы и содержание в них компонентов. Линия ликвидус показывает не только температуру начала кристаллизации соответствующих сплавов, но и содержание компонентов в жидкой фазе любого сплава в зависимости от температуры. Солидус определяет температуру окончания кристаллизации и содержа-ние компонентов в твердой кристаллизующейся фазе.

Структурная составляющая сплава имеет под микроскопом своеобразный вид.

Задания

1. Начертить заданную преподавателем диаграмму состояния двойных сплавов (см. прил.).

2. Обозначить все линии диаграммы, отметив линии ликвидус и солидус.

3. Провести структурный и фазовый анализ диаграммы и описать все нонвариантные превращения в сплавах.

4. Построить кривую охлаждения для заданного преподавателем сплава с объяснением всех превращений и зарисовкой микроструктур, с применением правила фаз и правила отрезков (для двух различных фазовых областей).

5. Сделать выводы и написать отчет по работе в соответствии с пунктами заданий.

Практическая работа №7(2часа)

Тема: «Диаграмма состояния Fe – C , Fe3C».

Цель работы: проанализировать диаграмму Fe-C (Fe-Fe3C)

На основе цели работы были поставлены следующие задачи:

1) Вычертить диаграмму и дать её описание;

2) Указать структурные составляющие и фазы во всех областях диаграммы, дать их определение с указанием твердости;

3) Описать превращения и построить кривую охлаждения в интервале от 16000 до 6000 С0 (с применением правила фазы) для сплава с содержанием углерода С= 5,0%.

4) Выбрать для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определить:

• Содержание углерода в фазах;

• Количественное соотношение фаз в %.

5) Изобразить микроструктуру заданного сплава при комнатной температуре;

6) По микроструктуре описать примерные механические свойства.

7.Сформировать вывод.

Ход работы:

1) Анализ и описание диаграммы Fe – C (Fe -Fe3C) (рисунок 1):

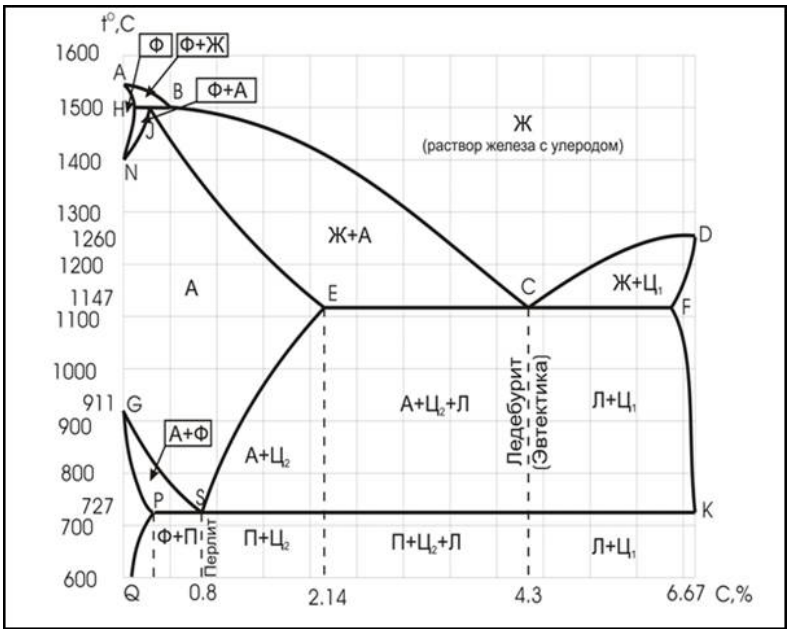


Рис.1. Диаграмма состояния железо - углерод

На диаграмме представлены следующие линии: [2].

Линия ABCD – линия ликвидус. Выше неё сплавы находятся в жидком состоянии;

Линия AHJECF – линия солидус. Ниже неё все сплавы находятся в твердом состоянии;

Линия GSE – линия вторичной кристаллизации стали;

Линия GPSK – линия конца вторичной кристаллизации стали;

Линия EF – линия начала вторичной кристаллизации чугуна;

Линия SK – линия конца вторичной кристаллизации чугуна;

Ниже линии PSK ни каких изменений не происходи.

2) Определение структурных составляющих и фаз во всех областях диаграммы с указанием твердости:

· Аустенит (γ-фаза) — это высокотемпературная гранецентрированная модификация железа и его сплавов. Фаза была названа в честь Уильяма Чандлера Робертс-Остина. В углеродистых сталях аустенит представляет собой твёрдый раствор (внедрения) углерода в γ - железе (Feγ) с мягкой (HB 30-40), пластичной структурой. В данном растворе атомы углерода входят внутрь элементарной ячейки γ – железа во время конечной термообработки. В сталях, которые содержат другие металлы кроме железа и легированных сталей, в кристаллической решётке атомы металлов замещают атомы железа и возникает твёрдый раствор замещения. Аустенит имеет кубическую гранецентрированную кристаллическую (ГЦК) решетку. Его структура представлена одной фазой в виде твёрдого раствора, который может иметь переменный состав в зависимости от температуры. Чем выше температура, тем больше, углерода растворяется в решетке γ - железа. Максимальная растворимость составляет 2,14% (при 1147°С), минимальная – 0,8% (в углеродистых сталях аустенит существует при температурах не ниже при 727°С).

В легированных сталях аустенит может существовать и при гораздо более низких температурах. Аустенитную фазу стабилизирует такой элемент как никель. Присутствие никеля в размере от восьми до десяти процентов приводит к тому, что аустенитная фаза сохраняется и при комнатной температуре [3,4].

· Цементит — это карбид железа (метастабильная фаза). Его химическая формула имеет вид Fe3C. Он представляет собой химическое соединение железа с углеродом. Цементит содержит 6,67% углерода и обладает высокой твёрдостью HB 800. Цементит имеет орторомбическую кристаллическую решётку, он очень твёрд и хрупок, а также слабо магнитен до 210оС. Цементит может иметь различную форму (пластин, равноосных зёрен, сетки по границам зёрен и видманштеттову структуру) в зависимости от условий кристаллизации и последующей обработки. Он разлагается при температуре выше 1650оС. В разных количествах в зависимости от концентрации цементит присутствует в железоуглеродистых сплавах уже при малых содержаниях углерода. Его формирование происходит в процессе кристаллизации из расплава чугуна. Цементит образуется при охлаждении аустенита или при нагреве мартенсита. Цементит является фазой и структурной составляющей железоуглеродистых сплавов, а также составной частью перлита, сорбита, ледебурита и троостита. Он является представителем фаз внедрения, соединения переходных металлов с лёгкими металлоидами. Цементит серый, твёрдый и термически устойчивый. Он не реагирует с щелочами, водой и гидратом аммиака. Реагирует с кислотами.

· Ледебурит - это структурная составляющая железоуглеродистых сплавов, главным образом чугунов, которые представляют собой эвтектическую смесь цементита и аустенита в интервале температур 727-1147оС или цементита и перлита в диапазоне температур ниже 727оС. Ледебурит имеет очень твёрдую и хрупкую структуру и имеет твёрдость HB 700. Он был назван в честь немецкого металлурга Карла Генриха Адольфа Ледебура. Основной фазой инициирующей зарождение ледебурита является цементит. Ледебурит присутствует в следующих железоуглеродистых сплавах: чугунах (доэвтектических чугунах, эвтектическом чугуне, в заэвтектических чугунах), сталях.

· Феррит - это фазовая составляющая сплавов железа, которая представляет собой твёрдый раствор углерода и легирующих элементов в α-железе (α-феррит). Феррит имеет мягкую и вязкую структуру, его твёрдость составляет HB 90-100. Твёрдый раствор углерода в

α- железо Feα. Феррит имеет кубическую объёмно-центрированную кристаллическую (ОЦК) решётку. Он является фазой составляющих других структур, например, перлита, состоящего из цементита и феррита. При температурах выше 1401 °С в железоуглеродистых сплавах образуется твёрдый раствор углерода в δ-железе, который можно рассматривать как высокотемпературный феррит.

· Перлит — это горная порода вулканического происхождения. Перлит представляет собой эвтектоидную смесь, состоящую из двух фаз - феррита и цементита. Структура достаточно прочная с твёрдостью НВ 180-220. Образование перлита — это очень интересный процесс. На кромке потока лавы в местах первичного соприкосновения земной поверхности и магматических расплавов, в результате быстрого охлаждения лавы формируется вулканическое стекло под названием обсидиан. Уже в дальнейшем под воздействием подземных вод происходит его гидратация и в результате образуется перлит. Для него характерна мелкая концентрически-скорлуповатая отдельность, по которой он распадётся на округлые ядра, которые напоминают жемчужины с характерным блеском. Среди всех остальных вулканических пород перлит отличается наличием конституционной воды (более 1%). Его пористость может быть от 8 до 40 процентов. Перлит может иметь чёрную, красно-бурую, коричневую, зелёную, белую окраску различных тонов. Различают следующие разновидности перлита: обсидиановый, смолянокаменный, сферолитовый, стекловатый и другие. По текстурным признакам выделяют полосчатый, массивный, брекчиевидный и пемзовидный перлиты.

3) Описание превращения и построение кривой охлаждения в интервале от 16000 до 6000 С0 (с применением правила фазы) для сплава с содержанием углерода С= 5,0%:

Сплав, содержащий 5.0% С, при охлаждении (при температуре t1) начинает затвердевать. Из жидкого сплава выпадают кристаллы цементита. При понижении температуры образуются новые кристаллы с большим содержанием углерода, а ранее выпавшие кристаллы цементита продолжают расти, обогащаясь углеродом. Из этого следует, что наращиваемые слои на поверхности кристаллов содержат больше углерода, чем центральные. Всё это вызывает внутрикристаллическую, или дендритную ликвацию. Вследствие протекания диффузионных процессов в выпавших кристаллах происходит частичное выравнивание состава. Этот процесс протекает медленно, и затвердевший сплав имеет внутрикристаллитную ликвацию [5].

В интервале температур от 1147 °С до 727 °С при охлаждении чугуна цементит обедняется углеродом, его состав изменяется по линии ES и выделяется ледебурит. При небольшом переохлаждении ниже 727 °С в заэвтектических белых чугунах из жидкости кристаллизуется первичный цементит в виде плоских игл, затем образуется ледебурит. При комнатной температуре заэвтектический белый чугун содержит две структурные составляющие: первичный цементит и ледебурит. Фазовый состав белых чугунов при комнатной температуре такой же, как в углеродистых сталях. В равновесном состоянии, все они состоят из феррита и цементита.

Таким образом, после вторичной кристаллизации стали при температуре ниже 7270 С имеют следующую структуру: доэвтектоидны–перлит, цементит и ледебурит, эвтектоидные – ледебурит и заэвтектоидные – ледебурит и цементит.

Кривую охлаждения данной стали можно построить с использованием правила фаз: [6].

Зависимость между числом степеней свободы, числом компонентов и числом фаз и выражается уравнением С =k–f+1,

Где,

С – число степеней свободы системы (вариантность системы);

k – число компонентов, образующих систему;

1 – число внешних факторов;

f – число фаз, находящихся в равновесии.

Под числом степеней свободы пронимают возможность изменения температуры и давления без изменения числа фаз, находящихся в равновесии.

Применяя правило фаз, определим степень свободы для точек 1,2,3.

1 - C=2-2+1≠0;

2 - C=2-3+1=0;

3 - C=3-2+1≠0 (рисунок 2).

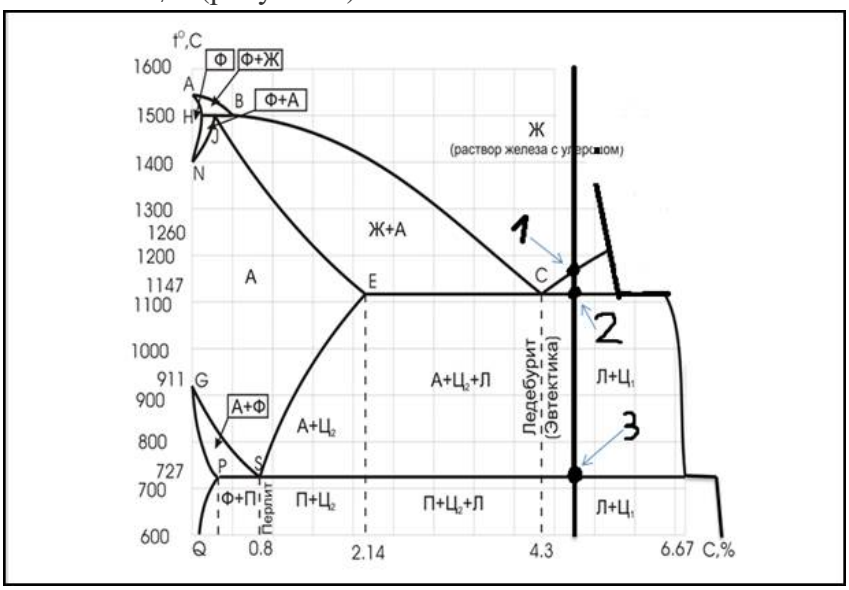


Рис.2. Кривая охлаждения

4) Выбор для заданного сплава температуры между линиями ликвидус и солидус и определение: содержания углерода в фазах и количественного соотношения фаз в %:

a) Выберем, например, температуру t2 (рисунок 3).

Через эту точку проведём изотерму, пересекающую диаграмму по линиям ликвидус и солидус. Для определения концентрации углерода в фазе ледебурит и цементит из точки пересечения изотермы и линии солидус опустим перпендикуляр на ось концентрации углерода. Для определения концентрации углерода в жидкой фазе из точки пересечения изотермы и линии ликвидус опустим перпендикуляр на ось концентрации углерода.

b) Количественное соотношение фаз определим по правилу отрезков:

Процентное содержание жидкой фазы (а/а+б) *100%

Процентное содержание ледебурит+цементит (б/а+б) *100%

Так как б > а, то содержание ледебурит+цементит больше содержания жидкой фазы.

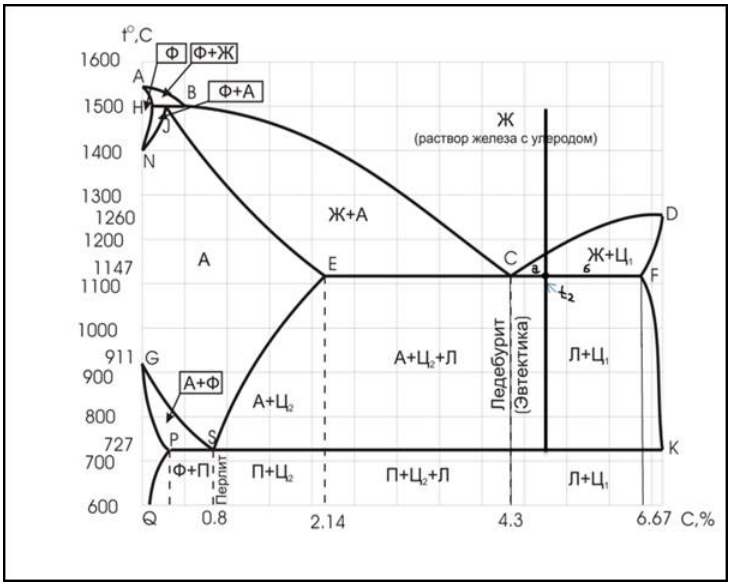


Рис.3. Определение состава фаз

5) Изображение микроструктуры заданного сплава при комнатной температуре:

При комнатной температуре заэвтектический белый чугун содержит две структурные составляющие: первичный цементит и ледебурит (рисунок 4).

Рис.4. Первичный цементит и ледебурит

6) Описание примерных механических свойств по микроструктуре:

Из-за присутствия большого количества цементита белый чугун обладает высокой твердостью (НВ = 4500 – 5500 МПа), хрупок и практически не поддастся обработке резанием. Поэтому белый чугун имеет ограниченное применение, как конструкционный материал.

Ответы на контрольные вопросы:

1) Состояние системы, при котором остаются неизменными по времени макроскопические величины этой системы (температура, давление, объём, энтропия) в условиях изолированности от окружающей среды

2)Макро- и микроструктура.

3) Зерна: Феррита, перлита, цементита, аустенита.

4) Равновесное состояние железоуглеродистых сплавов в зависимости от содержания углерода и температуры описывает диаграмма состояния железо - углерод. По диаграмме состояния системы железо - углерод судят о структуре медленно охлажденных сплавов, а также о возможности изменения их микроструктуры в результате термической обработки, определяющей эксплуатационные свойства.

5) На диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов на оси ординат отложена температура, на оси абсцисс - содержание в сплавах углерода до 6,67%, то есть до такого количества, при котором образуется цементит Fe3C.

6) *Легированными*называют стали, в которых, кроме железа, углерода, случайных примесей и технологических добавок, содержатся легирующие элементы для придания сталям специальных свойств. Основными легирующими элементами являются марганец, кремний, хром, никель, вольфрам, молибден и др.

Легированные стали делят на *низколегированные* с общим содержанием легирующих элементов до 2,5 %,*среднелегированные*– 2,5 – 10,0 % и *высоколегированные* – более 10 %.

7) Легированные стали в зависимости от структуры, получаемой после нагрева до 900°С и охлаждения на воздухе (т.е. после нормализации), подразделяются на пять классов;

1. перлитный;
2. мартенситный;
3. аустенитный;
4. ферритный;
5. карбидный,

8) Стали перлитного класса характеризуются небольшим содержанием легирующих элементов (менее 5...7%). Для них, как и для углеродистых сталей, кривая скорости охлаждения при нормализации будет пересекать С-кривые перлитного распада. Следовательно, будут получаться структуры перлитного типа: перлит, сорбит, тростит.

9) Стали мартенситного класса содержат большее количество легирующих элементов (обычно 7... 15 %). В присутствии никеля, даже при общем количестве легирующих элементов около 5 %, сталь может относиться к мартенситному классу. Содержание углерода в сталях мартенситного класса обычно не превышает 055 %, Область перлитного распада в этих сталях сдвинута вправо, поэтому охлаждение на воздухе приводит к переохлаждению аустенита до температур мартенситного превращения, где и происходит образование мартенсита.

10) Стали аустенитного класса содержат более 15 % легирующих элементов, в том числе не менее 8 % никеля или около 13 % марганца. В большинстве этих сталей содержание углерода не превышает 0,2 %. Легирующие элементы (особенно никель), растворяясь в аустените, очень сильно повышают его устойчивость. При этом не только сдвигается вправо область перлитного распада, но и точка начала мартенситного превращения снижается в область отрицательных температур. В результате сталь, охлажденная на воздухе до комнатной температуры, сохраняет аустенитную структуру.

Стали ферритного класса содержат от 17 до 30 % хрома или не менее 2,5% кремния. Это малоуглеродистые стали, в которых процент углерода не превышает 0,2. Растворяясь в феррите, хром очень сильно повышает его устойчивость. Такие стали практически не имеют фазовых превращений при нагреве вплоть до плавления, то есть сохраняют ферритную структуру во всех интервалах температур.

К сталям карбидного (ледебуритного) класса относятся высокоуглеродастые (более 0,7 % С), легированные большим количеством карбидообразующих элементов, преимущественно вольфрамом, ванадием, молибденом, хромом. Легирующие элементы образуют с углеродом большое количество специальных карбидов. Уже в процессе кристаллизации стали образуются карбиды, входящие в состав эвтектики, напоминающей ледебурит. При охлаждении на в сталях карбидного класса, подобно сталям мартенситного класса, основа структуры получается мартенситной.

Вывод: Диаграмма состояния сплавов Fe-C это графическое отображение фазового состояния сплавов железа с углеродом. Кривая охлаждения показывает характер зависимости фазового состава и структуры в зависимости от концентрации и температуры. *Тем самым диаграмма состояния Fe-C показывает изменение фазового состава (структуры) сталей и чугунов в зависимости от содержания углерода и температуры.* Также диаграмма состояния определяет температуру нагрева сплавов при термической обработке.

Практическая работа № 8
Тема: «Изучение микроструктуры цветных сплавов»

Цель работы: изучить микроструктуру цветных сплавов, ознакомиться с маркировкой сплавов, установить связь между структурами и диаграммами сплавов.

Материалы и оборудование

1. *Микроскоп МИМ-7.*
2. *Реактивы для травления: 8%-ный HNO3 в 10%-ном растворе HCl; 8%-ный раствор CuCl2; 4%-ный раствор HNO3 в спирте.*
3. *Фильтровальная бумага.*
4. *Станок для полирования шлифов.*
5. *Спирт для протирания шлифов.*
6. *Коллекция шлифов:*
   а) технически чистая медь;
   б) литая латунь Л70 (α–латунь);
   в) литая бронза марки БрОФ6,5-0,15;
   г) алюминиевый сплав АЛ2, литье немодифицированное.

Теоретическое обоснование

Медь и ее сплавы. Чистая медь – металл красновато-розового цвета с кристаллической решеткой ГЦК, температура плавления 1083°С, обладает высокой тепло- и электропроводностью, пластичностью и высокой коррозионной стойкостью.

В зависимости от чистоты металла медь изготавливают следующих марок: М00 (99,99% *Cu*), М0 (99,95% *Cu*), М1 (99,9% *Cu*), М2 (99,7% *Cu*),М3 (99,5% *Cu*).

Различают две основные группы медных сплавов: латуни и бронзы.

Сплав меди с цинком, называется *латунью.* Сплав меди со всеми другими элементами называют *бронзами*.

Латунь. Медь с цинком образуют твердые растворы с предельной растворимостью 39% (рис. 1). При большем содержании цинка образуются твердые растворы на базе электронного соединения *CuZn* (β-фаза), обладающего высокой хрупкостью. В зависимости от содержания цинка латуни делятся на однофазные α-латуни и двухфазные (α+β)-латуни, в которых цинка больше 39%.

Двойные латуни по структуре разделяются на две группы:

– *однофазные латуни* со структурой α-твердого раствора;

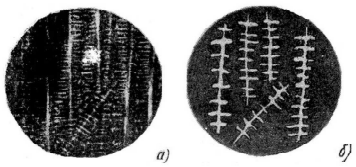
– *двухфазные* со структурой (α+β)-фаз.

Однофазные латуни обладают высокой пластичностью, поэтому они, в основном, выпускаются в виде холоднокатанных полуфабрикатов: полос, проволоки, лент, листов из которых изготавливают детали методом глубокой вытяжки (радиаторные трубки, сильфоны, трубопроводы, а также детали по условиям эксплуатации от которых не требуется высокая твердость (шайбы, втулки, уплотнительные кольца и др.).

В результате наклепа прочность α-латуней повышается, а пластичность уменьшается. Для снятия наклепа латуни подвергают рекристаллизационному отжигу при 500–700°С.

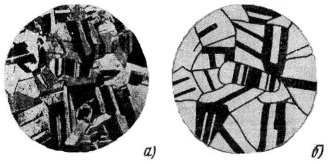
Рис. 1 *- Диаграмма состояния Cu – Zn* (*а*)
и влияние цинка на механические свойства меди (*б*)

Микроструктура литой α-латуни (рис. 2) имеет дендритное строение. Под микроскопом дендриты, выпавшие из жидкости первыми и обогащенные медью, находятся в виде светлых участков; темные участки, представляют собой междендритное пространство, обогащенное цинком.



а) – микроструктура (× 250); *б*) – схема микроструктуры.

Рис. *2 - Литая α-латунь с 30% цинка марки Л70*



а) – микроструктура (×100); *б*) – схема микроструктуры.

Рис. 3 *- Деформированная и отожженная латунь*

Микроструктура деформированной и отожженной латуни (рис. 3) имеет зернистое строение и характерные полоски двойников и отличается низкой твердостью и высокой пластичностью.

Вследствие различной ориентировки зерен (анизотропии) они травятся с разной интенсивностью, поэтому под микроскопом имеют различную окраску.

Микроструктура (α+β)-латуни (рис. 4) состоит из светлых полей α-латуни и темных полей β-латуни. Эта структура отличается несколько меньшей пластичностью и большей твердостью по сравнению с α -латунью.

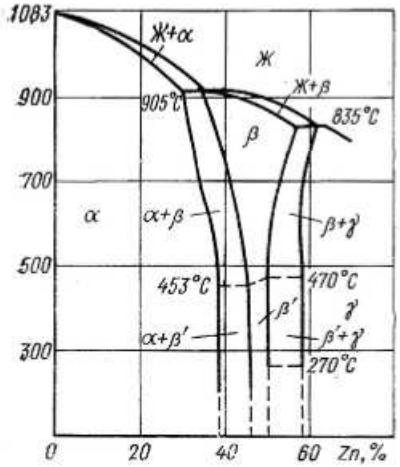


Рис. 4 *- Микроструктура (α+β)−латуни*

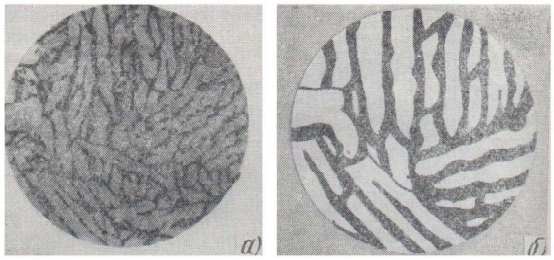


Рис. 5 *- Диаграмма состояния сплавов меди с оловом*

Кроме простых латуней применяют специальные (легированные *Al, Fe, Ni, Sn, Pb*) латуни.

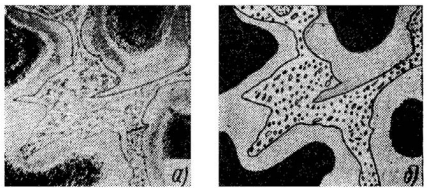
Все латуни по технологическому признаку подразделяются на деформируемые и литейные. Деформируемые латуни поставляются следующих марок: Л96, Л90, Л80, где *Л* – означает слово латунь, цифры целые доли процента меди, остальное цинк. Легированные латуни маркируются следующим образом: ЛАЖ60-1-1, где *60* означает целые доли процента меди, *1* – содержание алюминия в целых долях процента, соответственно *Ж* – железа, тоже 1%, остальное цинк.

Сплавы меди с оловом, свинцом, кремнием, алюминием и другими элементами кроме цинка называются *бронзами*. Диаграмма состояния меди с оловом (рис. 5) подобна диаграмме состояния меди с цинком.

В сплавах образуется *α*-твердый раствор олова и меди. Основой *β*-твердого раствора служит соединение *Cu5Sn*, а основой *γ*-твердого раствора служит соединение *Cu31Sn8*.

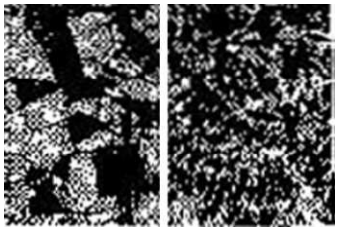
Микроструктура литой оловянистой бронзы, содержащей 10% олова, после травления 8% аммиачным раствором *CuCl2* состоит из темных дендритов α−твердого раствора олова в меди (рис.

6), богатых оловом и содержащих эвтектоид α+*Cu31Sn8*, который выявляется путем травления 3%-ным раствором *FeCl3* в 10%-ном *HCl*; последний хорошо выделяет светлый эвтектоид на темном фоне участков структуры, богатых оловом (рис.7).



Травление 8%-ным раствором CuCl2 (×250)

Рис. 6 *- Оловянистая бронза;*



Травление 3%-ным раствором HNO3 в 10%-ном растворе HCl (× 2000).

Рис. 7 *- Оловянистая бронза*

Двухфазные бронзы, содержащие олова более 5%, обладают хорошими антифрикционными свойствами. Двухфазные бронзы, содержащие в структуре твердый эвтектоид, применяются только в литом виде.

Различают литые и деформируемые оловянные бронзы.

Деформируемые бронзы предназначаются только для пружин и пружинных деталей, структура их состоит из α–фазы. Маркируются: БрОФ6,5-0,15, где *Бр* означает – бронза, *О* – оловянная, олова 6,5%; *Ф* – легированная фосфором в количестве 0,15%; остальное медь.

Литейные бронзы имеют двухфазную структуру и маркируются по тому же принципу, как и деформируемые, например: БрОЦСН3-7-5-1, где олова 3%, цинка 7%, свинца 5%, никеля 1%, остальное медь. Из литейных бронз изготавливают антифрикционные детали, (втулки, подшипники, червячные пары и т. д.), а также арматуру, работающую в агрессивных средах.

Алюминиевые сплавы. Все сплавы на алюминиевой основе по технологическим признакам можно разделить на деформируемые и литейные, на упрочняемые термической обработкой и неупрочняемые термической обработкой (рис. 8).

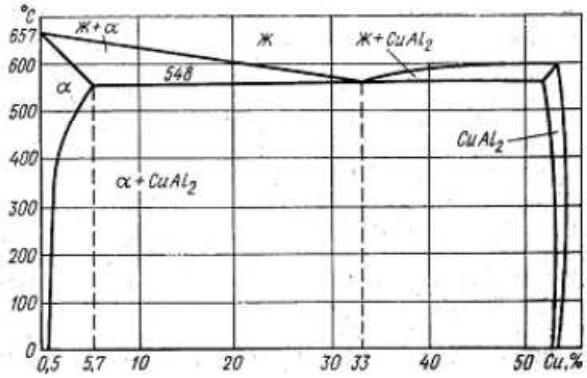


Рис. 8 *- Классификация алюминиевых сплавов по диаграмме состояния алюминий – легирующий элемент (схема)*

Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термообработкой, характеризуются невысокой прочностью, высокой пластичностью и высокой коррозионной стойкостью. К ним относятся сплавы алюминий-марганец (АМц) и (АМг). Эти сплавы являются *однофазными.*

Деформируемые сплавы, упрочняемые термообработкой являются *двухфазными*. Наиболее распространенным представителем сплавов, упрочняемых термической обработкой, является *дуралюмин*.

Литейные сплавы алюминия с кремнием называются *силуминами*. Часть диаграммы алюминия с кремнием приведена на рис 9.

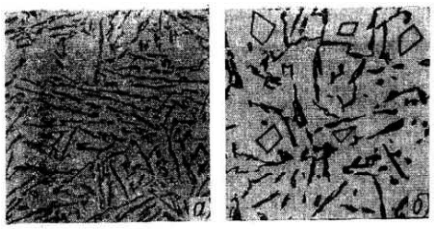
Эти сплавы, как правило, содержат 6-13% *Si*, кремний ограниченно растворяется в алюминии, образуя *α*-фазу. При содержании 11,6% кремния образуется эвтектика, состоящая из *α*-фазы и

практически чистых кристаллов кремния, поэтому механические свойства таких сплавов низки. Механические свойства этих сплавов повышают путем модифицирования.

Микроструктура *силумина* до модифицирования представлена на рис. 10, рис. 11, грубое строение эвтектики в микроструктуре сплава, а также наличие крупных первичных кристаллов кремния предопределяют низкие механические свойства сплава.

Рис. 9 - *Диаграмма состояния алюминий – кремний*

Силумины модифицируют натрием или солями натрия в количестве 1% от массы жидкого сплава. В результате модифицирования температура кристаллизации избыточных кристаллов кремния и эвтектики понижается, что приводит к измельчению зерна и повышению механических свойств сплава.



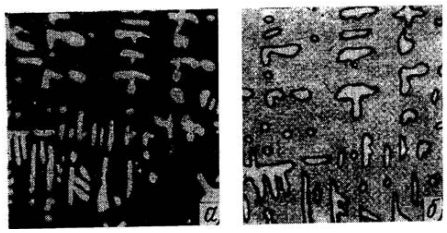
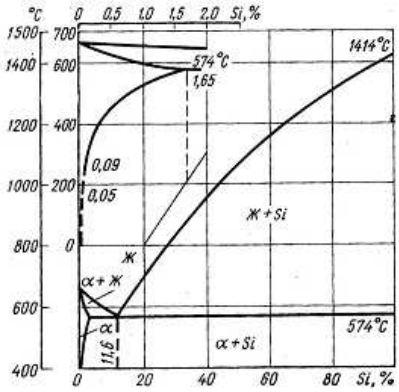


Рис. 10 *- Микроструктура силумина до модифицирования (×200)*

Рис. 11 *- Микроструктура силумина после модифицирования (×200)*



Силумины с добавками меди, магния и марганца подвергают закалке с температуры 520-540°С, с целью повышения механических свойств. Искусственное старение проводят при 150-180°С в течение 10-20 ч.

Сплавы алюминия с медью, марганцем, магнием называют *дуралюминием*.

Дуралюмины хорошо деформируются в холодном и горячем состоянии. После холодной деформации дуралюмины подвергают рекристаллизационному отжигу при температуре 340-370°С.

Термическая обработка дуралюмина состоит из закалки от температуры 490-510°С с охлаждением в воде. После закалки дуралюмин подвергают старению, что придает ему высокую прочность и твердость. Естественное старение происходит при комнатой температуре в течение 5-7 суток. Искусственное старение проводят при 150-180°С в течение 2-4 часов. Микроструктура дуралюминов после закалки состоит из светлых кристаллов твердого раствора на основе алюминия и темных включений *CuAl2* (рис 12). Типичными представителями деформируемых и литейных сплавов на алюминиевой основе являются дуралюминий (Д1, Д16 и др.) и силумин (АЛ2).

Задание

1. Изучить и *кратко описать в отчете основные сведения о цветных металлах и сплавах*.
2. Исследовать микроструктуры сплавов под микроскопом.
3. *Схематично зарисовать структуры исследуемых шлифов в отчет, указав увеличение при котором проводилось исследование.*

Контрольные вопросы

1. Какие бывают сплавы на основе меди.
2. Что называют латунью.
3. Что называют бронзой.
4. Как классифицируются цветные сплавы по способу изготовления деталей.
5. Как классифицируются латунь по равновесной структуре.
6. Как классифицируются цветные сплавы по способу упрочнения.
7. Что такое дуралюмин.
8. Что такое силумин.

Лабораторная работа №9

Тема: «Определение характерных признаков поведения пластмасс при нагревании».

Цель работы: ознакомиться с характерными признаками поведения различных видов пластмасс при нагревании и установить на основе термопластичных или термореактивных полимеров они получены.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Вид пластмассы определяют в результате визуального осмотра материала, проверка на возможность растворения его органическими растворителями и пробой на его горение.

При внешнем осмотре определяют цвет, прозрачность, гибкость, эластичность образца. Если материал эластичен, то это, скорее всего полиэтилен, полихлорвинил. Эластичностью при нормальной температуре не обладают ни аминопласты, ни фенопласты, ни полистирол. Прозрачностью обладают чаще всего пластмассы: полиметилметакрилат, полистирол, полихлорвинил, то есть ненаполненные пластмассы.

Непрозрачными могут быть газонаполненными, наполненные и пластмассы составных структур.

Большинство пластмасс растворяется только в определенных органических растворах (табл. 1).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Основным методом определения вида пластмассы является проба на горение, при которой устанавливает характер горения, цвет пламени, запах при горении, изменение состояния пластмассы: размягчается, становится способной вытягиваться в нить и т.п.

Сопоставляя результаты внешнего осмотра, пробы на горение и растворимости 8-10 образцов с данными табл. 1, устанавливают вид каждого испытуемого образца пластмассы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Приборы и реактивы: спиртовые горелки; набор органических растворителей; приспособление для захвата образца и удерживания его в пламени горелки.

1. Отобрать образы пластмасс, легко устанавливаемых внешним осмотром.

2. Установить из числа оставшихся образцов вид пластмассы пробой на горение, используя данные табл. 1.

3. При необходимости уточнить вид пластмассы по ее растворимости в том или ином органическом растворе, используя данные табл. 1.

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

Отчет составляется в тетради и содержит название цель работы, перечень видов испытуемых пластмасс с указанием метода определения их отличительных особенностей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие материалы называются пластическими массами?

2. Какую роль в пластических массах играют полимеры?

3. Какие компоненты кроме полимеров могут быть введены в состав пластмасс и с какой целью?

4. Какие существуют способы получения полимеров?

5. Подразделяются ли полимеры по их отношению к нагреванию?

6. Какие существуют методы определения вида пластмасс?

Таблица 1

№	Наименование пластмассы	Цвет	Характер горения	Характерный запах при внесении в пламя	Изменение состояния при нагревании	Вид растворителя для данной пластмассы	Дополнительные признаки
	Полихлорвинил	Различный	В пламени горит зеленоватым цветом (у основания). При вынесении из пламя не	Соляной кислоты	Размягчается	Дихлорэтан	Может быть твердым и эластичным

			горит				
	Полистирол	Бесцветный или ярких цветов	Горит желтоватым коптящим пламенем	Цветочный, сладковатый	Размягчается, тянется нитями	Бензол, толуол, сероуглерод	Может быть прозрачным или полупрозрачным
	Полиэтилен	Белый с перламутровым оттенком, желтоватый или окрашенный в светлые тона	Горит слабым синеватым пламенем, оплавляясь и капая при горении. Продолжает гореть после удаления из пламени	Горящего парафина	Размягчается	При обычных температурах стоек к действию органических растворителей. При 80°С растворяется в бензоле, толуоле	Жесткий, в тонких листах может быть гибким и эластичным. При проведении ногтем по поверхности на ней остается след
	Полиметилметакрилат (органическое стекло)	Бесцветный или ярких цветов	Горит медленно, при удалении из пламени горит с потрескиванием. Цвет пламени у основания голубоватый	Цветочный, эфирный, фруктовой эссенции	Размягчается	Ацетон, уксусная кислота	Обладает высокой степенью прозрачности. Прозрачность имеет блеск
	Полиамиды	Различный	Трудно поддается воспламенению, при горении обугливается	Жженого волоса	Плавятся, способны вытягиваться в нить	Устойчивы к действию органических растворителей	Тверды и прочны. Быстро переходят из твердого в жидкое состояние при температуре плавления
	Целлулоид	Различный	Легко воспламеняется и горит ярким пламенем, быстро сгорает	Камфоры	Размягчается	Эфиры, ацетон	Твердый, но гибкий

	Фенопласты	Темно-коричневый, черный др.	Воспламеняется с трудом, при удалении из пламени не горит	Фенола	Не размягчается	Не растворяется в спите, ацетоне, бензине	Твердые, не гибкие и не эластичные
	Аминопласты	Различный, чаще яркий	Воспламеняется с трудом, при удалении из пламени не горит	Аммиака	Не размягчается	Не растворяется в спите, ацетоне, бензине	Твердые, не гибкие и не эластичные

4. Сформулировать вывод

Лабораторная работа № 10(2часа)

Тема: «Определение отличительных признаков у различных видов пластмасс**».**

Цель работы: ознакомление с принципами классификации пластических масс по характеру связующего вещества и по назначению; определение отличительных признаков различных видов пластмасс: по внешнему виду; характерным механическим свойствам; реакции на открытое пламя; по органолептическим показателям.

Оборудование и инструмент: стенды с образцами изделий из пластмасс.

Замена металлических изделий на пластмассовые весьма эффективна: ***вес конструкции, трудоемкость изготовления, себестоимость продукции снижаются до 5 раз.***

Полимерные органические соединения являются основой пластических масс. Полимерами называют вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев – мономеров одинаковой структуры. Макромолекулы могут быть построены из одинаковых по химическому строению мономеров или разнородных звеньев, в первом случае соединения называются ***гомополимерами*** **,** во втором – ***сополимерами***.

По отношению к нагреву полимеры подразделяются на термопластичные и термореактивные. Термопластичные полимеры при нагревании переходят из твердого агрегатного состояния в вязкотекучее, а при охлаждении вновь затвердевают. Это свойство термопластичные полимеры сохраняют при многократных нагревах. Термореактивные пластмассы при нагреве первоначально размягчаются, а затем переходят в неплавкое, нерастворимое, твердое состояние.

17.1 Термопластичные полимеры

К термопластичным полимерам относятся полиолефины, полиамиды, поливинилхлорид, фторопласты, полиуретаны.

Термопласты имеют невысокую температуру перехода в вязкотекучее состояние, хорошо перерабатываются литьем под давлением, экструзией и прессованием. Применяются термопласты в качестве изоляторов, химически стойких конструкционных

материалов, прозрачных оптических стекол, пленок, волокон, а также в качестве связующих для получения композиционных материалов, лаков, клеев и др.

Полиэтилен представляет собой продукт полимеризации этилена. Это относительно твердый и упругий материал, без запаха, белый в толстом слое и прозрачный в тонком (см. образец 1.1). Полиэтилен легко перерабатывается различными методами, устойчив к ударным и вибрационным нагрузкам, агрессивным средам и воздействию радиации, обладает высокой морозостойкостью (до –70 °С). Полиэтилен склонен к старению при воздействии на него света. Для подавления необратимых процессов старения полиэтилена в него (как и в другие термопласты) вводят специальные добавки – стабилизаторы. Полиэтилен применяют для изготовления труб, литых и прессованных не силовых деталей, пленок, изоляции проводов и кабелей, а также в качестве защитных покрытий металлов от коррозии.

Полипропилен – производная этилена, жесткий нетоксичный материал с более высокими физико-механическими свойствами. По сравнению с полиэтиленом более теплостоек, сохраняет форму до 150 ^{o}С, однако морозостойкость ниже, до – 15 ^{o}С.

Применяется для изготовления труб, деталей автомобилей, мотоциклов, холодильников, корпусов насосов, емкостей, пленок, посуды для горячих пищевых продуктов (стаканы, тарелки, вилки, ложки, маркируется PP) (см. образец 1.2).

Полистирол, полученный эмульсионным методом, используется для производства пенопластов, применяемых в качестве термоизоляционного материала в строительстве, при изготовлении холодильников, а также для упаковки. Для повышения ударной вязкости производят сополимеризацию стирола с каучуками и получают ударопрочные АБС - пластики (акрилонитрил бутадиен стирол) применяемые в качестве бамперов и приборных панелей автомобилей, корпусных деталей телевизоров, ноутбуков, стрелкового оружия и пр..

Полиметилметакрилат – (органическое стекло) – прозрачный полимер (пропускает 92 % света), стойкий к действию разбавленных кислот и щелочей, бензо- и маслостоек, морозостоек (до –60 °С), растворяется в органических растворителях, ароматических и хлорированных углеводородах. При температуре +105…+150 °С пластичен. Перерабатывается литьем под давлением, экструзией. Имеет невысокую твердость. Применяется для изготовления светотехнических изделий, оптических линз, радиодеталей (см. образец 1.6).

Полиамиды – (капрон, нейлон и др.) – полимер, обладающий хорошими механическими свойствами, высокой износостойкостью. Полиамиды не набухают в масле и бензине, не растворяются во многих растворителях, стойки к ударным нагрузкам и вибрациям. Используются с наполнителями, в качестве которых применяется стекловолокно до 30 % или графит до 10 %. Применяются для изготовления канатов, зубчатых колес, звездочек цепных передач, колес центробежных насосов, подшипников скольжения, а также нанесения защитных покрытий на металлах (см. образец 1.7).

Полиуретаны – полимеры, обладающие высокой эластичностью, морозостойкостью (до –70 °С), износостойкостью, устойчивы к действию разбавленных органических и минеральных кислот и масел. Применяются для изготовления труб, шлангов, уплотнителей, обувных подошв, приготовления клеев для склеивания металлов, стекла, керамики (см. образец 1.8).

Полиэтилентерефталат (маркируется PET) (аббревиатура – ЛАВСАН-лаборатория высокомолекулярных соединений академии наук) – полиэфир, обладающий высокими прочностными свойствами, устойчивый к действию ультрафиолетовых и рентгеновских излучений, негорюч, диапазон рабочих температур от – 70 до + 255 °С, в 10 раз прочнее полиэтилена, хорошо сваривается и склеивается. После быстрого охлаждения приобретает аморфную структуру и становится стеклообразным. Лавсан применяется для теплостойкой изоляции обмоток трансформаторов, электродвигателей, кабелей, деталей радиоаппаратуры, а также в качестве корда в ременных передачах, в покрышках, различных транспортерных лентах, основы магнитофонных лент, в качестве материала (ПЭТ) бутылок для газированных напитков (см. образцы 1.9).**Поликарбонат –** полиэфир угольной кислоты, после быстрого охлаждения приобретает аморфную структуру и становится стеклообразным. Обладает высокими прочностью, ударной вязкостью, гибкостью, химически стоек. Из него изготавливают небьющуюся посуду, защитные маски, а также шестерни, подшипники и др. детали.**Термореактивные полимеры**

Фенолоформальдегидные смолы – представляют собой продукты поликонденсации фенолов с формальдегидом. Фенолоформальдегидные смолы обладают высокими атмосферо- и термостойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами, стойки к действию большинства кислот, за исключением концентрированной серной кислоты и кислот-окислителей (азотной, хромовой) (см. образец 2.1).

Эпоксидные смолы – олигомеры или мономеры, содержащие в молекуле не менее двух эпоксидных групп, способные превращаться в полимеры пространственного строения. Для холодного отверждения эпоксидных смол применяют в качестве отвердителей алифатические полиамины (полиэтиленполиамин, 5...15 % от массы смолы). Длительность отверждения 24 ч. Для горячего отверждения применяют ароматические ди- и полиамины. Отверждение проводят при температуре 100–180 °С в течение 16–4 ч. Прочность, химическая стойкость и теплостойкость эпоксидных компаундов при горячем отверждении выше, чем при холодном. Эпоксидные смолы обладают высокой адгезией к металлам, стеклу, керамике и другим материалам (см. образец 2.2).

17.3 Композиционные материалы

Композиционные материалы (композиты) представляют собой гетерофазные системы, состоящие из двух и более разнородных компонентов. Компонент, непрерывный по всему объему материала, обеспечивающий его монолитность, называется матрицей, или связующим. Компоненты, распределенные в матрице, называются наполнителями. В качестве матрицы могут применяться материалы на **полимерной, металлической и керамической** основе. В зависимости от вида и структуры наполнителя композиты делятся на *дисперсно-упрочненные, упрочненные волокнами, слоистые и газонаполненные***.**

17.3.1 Пластмассы с порошковыми наполнителями. В качестве дисперсных наполнителей применяются органические порошки – древесная мука, порошкообразная целлюлоза, а также минеральные – молотый кварц, тальк, графит. Свойства порошковых пластмасс характеризуются изотропностью, невысокими прочностью и ударной вязкостью, удовлетворительными электроизоляционными свойствами. На основе формальдегидных смол с органическими наполнителями изготовляют несиловые

конструкционные и электроизоляционные детали: рукоятки, детали и корпуса приборов. В случае применения в качестве связующего – кремнийорганических полимеров и наполнителей – кварцевого порошка или асбеста теплостойкость пластмасс достигает 300 ^{o}C.

Композиции на основе эпоксидных смол широко применяют в машиностроении для изготовления инструментальной оснастки.

Пластмассы с волокнистыми наполнителями.

Волокниты – пластмассы на основе волокон, пропитанных фенолоформальдегидной смолой. В качестве волокнистых наполнителей используются хлопковые очесы (волокниты), кордовые нити (кордоволокниты), асбестовое волокно (асбоволокниты), стекловолокно (стекловолокниты).

Применяются они для изготовления изделий общетехнического назначения с повышенной стойкостью к вибрациям и ударным нагрузкам, работающих на изгиб и кручение, например, шкивов ременных передач, фланцев, рукояток, крышек и др. (

Карбоволокниты (углепластики) – композиционные материалы на основе полимерного связующего и углеродных волокон. Углеродные волокна отличаются высокой теплостойкостью, удельной прочностью, химической стойкостью, низким коэффициентом термического линейного расширения. В качестве связующих используют термореактивные полимеры: эпоксидные, фенолоформальдегидные смолы, полиамиды и др., а также углеродные матрицы.

Углепластики обладают хорошими механическими свойствами, химической стойкостью, более высокой, чем у стеклопластиков, теплопроводностью. Применяются углепластики для изготовления конструкционных деталей авиационной и космической техники, антенн, автомобилей, судов, спортивного инвентаря

17.3.3 Слоистые пластмассы. Слоистые композиционные материалы имеют листовые наполнители (ткани, бумагу и т. д.), пропитанные и скрепленные между собой полимерным связующим. Эти материалы обладают анизотропией свойств. В качестве волокнистых армирующих элементов используют ткани на основе высокопрочных волокон различной природы: хлопчатобумажные, стеклоткани и пр.

Гетинакс – пластик на основе фенольных смол и различных сортов бумаги. Рабочая температура – до 140 °С. По назначению гетинакс подразделяется на декоративный и электротехнический Декоративный гетинакс стоек к воздействию химикатов, пищевых продуктов, может иметь любой цвет и рисунок. Применяется он для внутренней облицовки салонов самолетов, лифтов, железнодорожных вагонов и т. д. Электротехнический гетинакс используется для изготовления панелей, приборных щитков и других целей. Для печатных радиотехнических изделий применяют гетинакс фольгированный 6).

Текстолит – слоистый пластик на основе термореактивных смол и хлопчатобумажных тканей. Материал обладает высокими механическими свойствами, стойкостью к вибрациям. В зависимости от основного назначения текстолиты подразделяются на конструкционные и электротехнические. Конструкционный текстолит используется для изготовления зубчатых колес, подшипников скольжения, работающих при температурах не выше 90 °С ,в прокатных станах, турбинах, насосах и др. Электротехнический текстолит используется в качестве электроизоляционного материала в средах с рабочей температурой от– 65 до + 165 °С.

Применяют асботекстолиты для изготовления тормозных накладок, в качестве теплоизоляционного материала.

Стеклотекстолиты)изготавливают на основе стеклотканей и различных полимерных связующих. На фенольных смолах они более теплостойки, чем текстолиты, но хуже по вибростойкости. На кремнийорганических смолах имеют более высокую тепло- и морозостойкость, обладают высокой химической стойкостью.

Стеклопластики являются конструкционными материалами для силовых изделий деталей летательных аппаратов, кузовов и кабин автомобилей, автоцистерн, корпусов лодок, вагонов, судов, контейнеров, корпусов машин, кожухов, защитных ограждений. По удельной жесткости эти материалы не уступают металлам, а по удельной прочности в 2–3 раза превосходят их.

Композиционные материалы с газообразными наполнителями

Газонаполненные материалы представляют собой структуру, состоящую из твердой и газообразной фаз. Такая структура обеспечивает чрезвычайно низкий вес и высокие теплозвукоизоляционные характеристики. Их подразделяют на две группы: **пенопласты** и **поропласты**. Пенопласты имеют ячеистую структуру, поры которой изолированы друг от друга полимерной прослойкой. Поропласты имеют открыто пористую систему и сообщаются с окружающей средой.

Пенопласты используют для тепло- и звукоизоляции кабин, теплоизоляции рефрижераторов, труб, приборов, для повышения плавучести, удельной прочности, жесткости и вибростойкости элементов конструкций, а также как упаковочный материал

Поропласты применяют для изготовления амортизаторов, мягких сидений, губок, фильтров, в качестве вибродемпфирующих и звукоизоляционных прокладок в глушителях, в касках и шлемах и т. д.

Задание .

1 Изучить влияние основных компонентов пластических масс на их структуру и свойства.

2 Привести классификацию пластических масс: по характеру связующего вещества; по назначению.

3 Найти отличительные признаки различных видов пластмасс: по внешнему виду; характерным механическим свойствам; реакции на открытое пламя; по органолептическим показателям.

Контрольные вопросы

1. Дать определение полимеров, их классификацию по отношению к нагреву.

2. Описать разновидности термопластов, реактопластов, композиционных материалов, указать их состав, свойства и назначение.

3. Перечислить пластмассы с высокими оптическими свойствами, сравнить их характеристики.

Сформулировать вывод.

Лабораторная работа № 11 (2 часа)
Тема: «Определение качества бензина».

1.1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству бензинов.

2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству бензинов (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).

3. Знакомство с методами проведения контрольного анализа бензинов.

4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества бензинов.

Время на проведение работы — 4 часа.

1.2. Задание

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.

2. Провести анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей.

3. Измерить плотность бензина.

4. Определить фракционный состав бензина разгонкой.

5. Составить отчет о работе.

6. Ответить на контрольные вопросы.

1.3. Теоретическая часть

1.3.1. Оценка бензина по внешним признакам

Бензины не должны содержать механических примесей и воды. Определение их отсутствия или наличия проводится по внешним признакам или с помощью специальных приборов. Для оценки по внешним признакам достаточно осмотреть образец бензина в стеклянном цилиндре. При этом невооруженным глазом не должно быть обнаружено твердых частиц как во взвешенном состоянии, так и в осадке.

В небольших количествах (сотые доли процента) вода способна раствориться в бензине, и он при этом не теряет прозрачности. Избыточное же количество воды в бензине при перемешивании вызовет помутнение бензина, а при отстаивании вследствие большего удельного веса приведет к скоплению ее на дне емкости отдельным слоем. Поэтому при оценке бензина на наличие воды достаточно осмотреть его в стеклянном цилиндре и зафиксировать наличие или отсутствие мути либо отдельного слоя воды на дне.

1.3.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей

Нефтепродукты (топлива, масла) должны обладать минимальным коррозийным воздействием на металлы. Коррозионность нефтепродуктов обусловливается содержанием в них водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот и сернистых соединений.

В процессе производства горюче-смазочные материалы подвергаются обработке серной кислотой (H_2SO_4), а затем для удаления этой кислоты — щелочью.

Если процесс нейтрализации кислоты, а затем промывка продукта водой для удаления щелочи производится недостаточно, то в горюче-смазочных материалах остаются минеральные кислоты или щелочи.

Поскольку минеральные кислоты и щелочи, находящиеся в горюче-смазочных материалах, являются одной из причин, вызывающих коррозию деталей двигателя, а также металлической тары и емкостей, то горюче-смазочные материалы, содержащие их, непригодны к эксплуатации.

Органические кислоты, в основном нафтеновые, содержащиеся в нефти, а также в продуктах ее переработки, по коррозионной активности слабее минеральных. Кроме того, органические кислоты повышают смазывающую способность топлива и масел, чем

обусловливается их полезность. Поэтому ГОСТ допускает наличие органических кислот в топливах и маслах (смазках) в определенных количествах.

При большем содержании органических кислот, чем указано в ГОСТе 6307—75, топлива и масла к эксплуатации непригодны.

Количество органических кислот в топливе (и в частности бензине) оценивается «кислотностью топлива».

Кислотностью топлива называется количество миллиграммов едкого калия, пошедшее на нейтрализацию органических кислот в 100 мл испытуемого топлива.

При определении содержания водорастворимых кислот в топливах простейшим (качественным) методом достаточно определенное количество топлива (в данном случае бензина) смешать с таким же количеством дистиллированной воды и после отстаивания водную вытяжку испытать индикаторами.

1.3.3. Измерение плотности бензина

Плотность принадлежит к числу обязательных показателей, включаемых в паспорт на топлива двигателей. Она в основном используется при пересчете объемных единиц нефтепродуктов в массовые и наоборот.

Плотность нефтепродуктов определяется с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов и пикнометров. Ареометром и гидростатическими весами определяют плотность нефтепродуктов, вязкость которых не превышает 200 мм^2/с при 50 °С. Пикнометром определяют плотность всех нефтепродуктов. Наиболее простым и удобным является определение плотности нефтепродуктов ареометром (ГОСТ 3900—85).

1.4. Экспериментальная часть

1.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

— стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;

— образец испытуемого бензина.

Порядок выполнения работы

1. Анализируемый бензин налить в стеклянный цилиндр.
2. Определить визуальным осмотром наличие или отсутствие взвешенных или осевших на дно твердых частиц
3. Определить наличие или отсутствие водного слоя на дне цилиндра и характерной мути.
4. Результаты оценки записать в отчет.

1.4.2. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей

Оборудование:

— воронка делительная;

— пробирки;

— штатив;

— цилиндр мерный на 10 мл;

— дистиллированная вода;

— стакан химический;

— фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор);

— метиловый оранжевый (0,02%-ный водный раствор);

— образец топлива.

Порядок выполнения работы

1. Пробу топлива, подготовленную для испытания, хорошо перемешать трехминутным встряхиванием в склянке.

2. Из перемешанной пробы отмерить мерным цилиндром

10 мл топлива и слить в делительную воронку.

3. Отмерить 10 мл дистиллированной воды и также слить в воронку.

4. Воронку делительную закрыть пробкой, снять со штатива и содержимое перемешать взбалтыванием (но не слишком энергично) в течение 30—40 с.

5. После взбалтывания воронку опять укрепить на штативе.

6. После отстаивания водную вытяжку слить в стакан.

7. Водную вытяжку из стакана налить в две пробирки.

8. В одну из пробирок с водной вытяжкой испытуемого топлива прибавить две капли раствора метилоранжа, а в другую — три капли спиртового раствора фенолфталеина и содержимое в обеих пробирках хорошо взболтать. Сопоставляя получившиеся цвета индикаторов с данными табл. 1.1, сделать заключение о наличии или отсутствии в испытуемом образце водорастворимых кислот или щелочей.

Таблица 1.1. Окраска индикаторов в различных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
Щелочная	Желтая	Малиновая
Нейтральная	Оранжевая	Бесцветная
Кислая	Красная	Бесцветная

9. Топливо считается выдержавшим испытание, если водная выдержка остается нейтральной. В противном случае опыт надо повторить, предварительно тщательно вымыть посуду и ополоснуть ее дистиллированной водой. Если в результате второго испытания водная вытяжка получается кислой или щелочной, то топливо бракуют.

10. Результат испытания записать в отчет.

Оборудование:

— стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;

— набор ареометров (нефтеденситометров);

— термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до +50 °С с ценой деления в 1 °С.

Порядок выполнения работы

1. Установить цилиндр на ровном месте и осторожно налить в него испытуемый нефтепродукт до уровня, отстоящего от верхнего обреза цилиндра на 5—6 см.

2. Выдержать нефтепродукт 2—3 минуты для того, чтобы он принял окружающую температуру.

3. Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опустить в цилиндр с нефтепродуктом, держа его за верхний конец.

4. После того как ареометр установится и прекратятся его колебания, произвести отсчет по верхнему краю мениска с точностью до третьего знака.

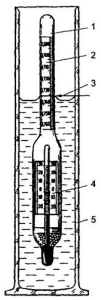


Рис. 1.2. Прибор для определения плотности нефтепродукта: 1 — ареометр; 2 — шкала плотности; 3 — линия отсчета плотности; 4 — шкала термометра; 5 —

стеклянный цилиндр

уровне, отмеченном на рис. 1.2 линией 3. Спустя не менее 1 мин после погружения ареометра записать температуру топлива, отсчитывая ее с точностью до градуса по термометру. На этой операции испытание заканчивается.

5. Ареометр вынуть из цилиндра, протереть, вложить в футляр, а нефтепродукт вылить в ту же склянку, из которой наполнялся цилиндр.

6. В стандартах и других документах плотность нефтепродукта указывается при температуре 20 °С (ρ_{20}). В связи с этим данные измерений при иной температуре (р) необходимо привести к температуре 20 °С по формуле

$\rho 20 = \rho + \gamma(t-20)$

где γ — зависящая от величины плотности температурная поправка, которая берется из табл. 1.2; t — температура нефтепродукта при отсчете плотности, °С.

Приведенную плотность следует округлить до третьего знака после запятой.

Таблица 1.2. Значения температурных поправок для определения плотности нефтепродуктов

Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, γ, кг/(м³ · °С)	Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, γ, кг/(м³ · °С)
690–699	0,910	850–859	0,699
700–709	0,897	860–869	0,686
710–719	0,884	870–879	0,673
720–729	0,870	880–889	0,660
730–739	0,857	890–899	0,647
740–749	0,844	900–909	0,633
750–759	0,831	910–919	0,620
760–769	0,818	920–929	0,607
770–779	0,805	930–939	0,594
780–789	0,792	940–949	0,581
790–799	0,778	950–959	0,567
800–809	0,765	960–969	0,554
Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, γ, кг/(м³ · °С)	Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, γ, кг/(м³ · °С)
810–819	0,752	970–979	0,541
820–829	0,738	980–989	0,528
830–839	0,725	990–1000	0,515
840–849	0,712		

1.4.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой

Оборудование:

— колба на 100 мл;

— холодильник;

— мерный цилиндр на 100 мл;

— мерный цилиндр на 10 мл воронка;

— штатив;

— колбонагреватель;

— термометр;

— образец топлива.

Порядок выполнения работы

1. Чистым сухим цилиндром отметить 100 мл испытуемого топлива и залить его в колбу.

2. Установить в колбу термометр. (Термометр устанавливается при помощи пробки так, чтобы верхний край шарика термометра был на уровне нижнего края отводной трубки.)

3. Установить колбу в колбонагреватель и соединить с холодильником.

4. Установить мерный цилиндр под нижний конец трубки холодильника. Цилиндр устанавливается так, чтобы трубка холодильника входила в него не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл и не касалась его стенок. Цилиндр на время перегонки закрыть ватой для уменьшения потерь на испарение. При перегонке бензина цилиндр поставить в стеклянный сосуд с водой, температуру которой поддерживают в пределах 20±3 °С.

5. Включить колбонагреватель. Нагрев вести так, чтобы первая капля топлива упала с конца трубки холодильника не ранее

5 и не позже 10 минут от начало нагрева. В противном случае вести регулирование высоты пламени горелки.

6. Отметить температуру, при которой упадает первая капля топлива, как температуру начала перегонки.

7. После падения первой капли топлива перегонку вести с равномерной скоростью 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям за 10 с.

8. Отметить температуру после отгона каждых 10 мл топлива. Для облегчения замеров необходимо, чтобы перегоняемое топливо с нижнего конца трубки холодильника стекало по стенке приемного цилиндра. Для этого после падения первой капли мерный цилиндр сдвинуть так, чтобы конец трубки холодильника коснулся внутренней стенки цилиндра. Для проверки скорости перегонки по отсчету капель цилиндр на короткое время отставляют от конца трубки холодильника с тем, чтобы капли топлива падали по центру цилиндра. По мере повышения температуры усиливать подогрев колбы, чтобы скорость перегонки была постоянной.

9. После отгона 90 мл топлива нагрев колбы усилить до появления синих язычков пламени из окошек нижней части кожуха так, чтобы до конца перегонки прошло от 3 до 5 минут.

10. Не уменьшая размера пламени, следить за термометром и при снижении температуры на 5—10 °С от максимального значения горелку погасить и дать стечь конденсату в течение 5 мин.

11. Максимальную температуру, достигнутую при разгонке, отметить как

температуру конца разгонки.

12. После прекращения разгонки верхнюю часть кожуха снять и охладить прибор в течение 5 мин.

13. Горячий остаток из колбы слить в мерный цилиндр емкостью 10 мл, охладить его до комнатной температуры и определить оставшееся количество. Затем вычислить потери, которые составляют разность между 100 % бензина, залитого в колбу, и суммой процентов собранного конденсата и остатка.

14. Результаты разгонки занести в отчет.

15. Построить график фракционного состава топлива. Для этого по горизонтальной оси откладывают значения температур перегонки, а по вертикальной — соответствующие им значения объемов испарившегося топлива. На пересечении перпендикуляров, восстановленных из отложенных на осях значений, получатся точки кривой графика разгонки бензина или графика его фракционного состава.

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

_____

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси, вода		
	Водорастворимые кислоты щелочи		
	Плотность, кг/м^3 при 20 °С		
	Фракционный состав, °С: $t_{нп}$ 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% $t_{кп}$		
Заключение о пригодности образца к применению			

2. Построить график разгонки бензина согласно пункту 15 порядка выполнения работы.

3. С помощью номограммы (рис. 1.3) сделать эксплуатационную оценку по фракционному составу бензина.

На горизонтальной оси номограммы отложены температуры характерных точек разгонки бензина, а на вертикальной — температура наружного воздуха.

Для оценки пусковых свойств найти два значения температуры наружного воздуха, являющиеся нижними границами легкого

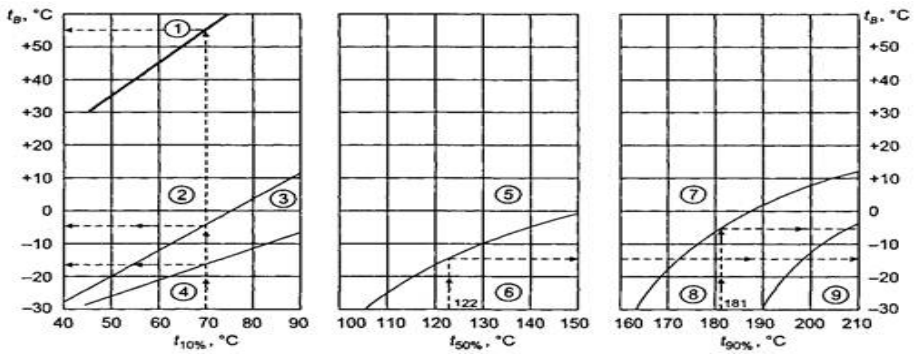


Рис. 1.3. Номограмма для эксплуатационной оценки бензинов по данным их разгонки. Области: 1 — возможного образования паровых пробок; 2 — легкого пуска двигателя; 3 — затрудненного пуска двигателя; 4 — практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 — быстрого прогрева и хорошей приемистости; 6 — медленного прогрева и плохой приемистости; 7 — незначительного разжижения масла в картере; 8 — заметного разжижения масла в картере; 9 — интенсивного разжижения масла в картере

и затрудненного пуска двигателя, для чего на горизонтальной оси отметить точку, соответствующую $t_{10\%}$. Из нее восстановить перпендикуляр до пересечения с наклонными сплошными линиями. Из точек пересечения провести горизонтальные линии на вертикальную ось номограммы, где прочитать ответ.

Подобным образом оценить бензин по остальным показателям и сделать заключение по форме:

Эксплуатационная оценка бензина по данным разгонки

Самая низкая температура наружного воздуха, °С, при которой возможно:	Температура
Образование паровых пробок	
Обеспечение легкого пуска двигателя	
Обеспечение затрудненного пуска двигателя	
Обеспечение быстрого прогрева и хорошей приемистости	
Незначительное разжижение масла в картере	
Заметное разжижение масла в картере	

1.Что такое плотность вещества, как ее определяют?

2. Как зависит плотность от температуры?

3. В каких пределах находится плотность бензинов?

4. Каким показателем оценивается наличие органических кислот в топливе?

5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется?

6. Какое свойство топлива характеризует фракционный состав?

7. Какие свойства топлив характеризует температура 10%, 50% и 90% отгона?

8. Каковы технические требования ГОСТа к фракционному составу бензина?

9. Перечислите марки бензинов.

Практическая работа №12

Тема: «Определение качества моторного масла»

Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству основных марок моторных масел.

2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).

3. Приобретение навыков по оценке качества моторного масла.

Время на проведение работы – 2 часа.

Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).

2. Определить кинематическую вязкость при 50 °С и 100 °С.

3. Определить индекс вязкости.

4. Сделать заключение о пригодности данного образца масла для автомобильных двигателей.

5. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

3.3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Присутствие в масле механических примесей и воды безусловно снижет смазочные свойства масел, увеличивает абразивный износ деталей.

Механические примеси можно выявить тремя способами. Первый и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно прозрачным.

При втором способе масло взбалтывают и подогревают до 40–50 °С. Затем 25–50 мл масла смешивают с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

При третьем способе масло в количестве 50–100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5–10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх.

Наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547–84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, а слой масла на стенках пробирки помутнеет.

Определение кинематической вязкости при 50 °С, 100 °С

Проводится по ГОСТу 33–2000. Данный ГОСТ распространяется на все жидкости, полученные на основе переработки нефти, поэтому вязкость определяется аналогично определению вязкости дизельного топлива, что было рассмотрено в лабораторной работе № 2. При этом надо иметь в виду, что при определении вязкости масел выбирают вискозиметр с таким диаметром капилляра, чтобы время перетекания масла при заданной температуре было не менее 200 с.

Рекомендуемые диаметры капилляров при определении вязкости различных масел приведены в табл. 1.1.

Результаты измерения времени течения масла не должны отличаться друг от друга больше, чем на 1,5 %.

3. Определение индекса вязкости

Одним из важных свойств масел, характеризующих их эксплуатационные свойства, является степень изменения вязкости масел в зависимости от температуры, которая обычно определяется или отношением вязкости при двух крайних температурах $\nu_{МИН}/\nu_{МАКС}$, или по индексу вязкости.

Расчет индекса вязкости производится на основе ГОСТа 25371–97 и согласно его определению индекс вязкости (VI) – это расчетная величина, которая характеризует изменение вязкости нефтепродуктов в зависимости от температуры.

На рис. 3.1 показано изменение вязкости двух моторных масел в зависимости от температуры.

Отношение вязкости при 50 °С к вязкости при 100 °С для автомобильных масел равно 49. Чем меньше отношение, тем положе вязкостно-температурная кривая, тем лучше вязкостно-температурные свойства масла.

Оценка по индексу вязкости основана на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого и двух эталонных масел. Одно эталонное масло имеет пологую вязкостно-температурную кривую, и его индекс вязкости принят за 100 единиц; другое –

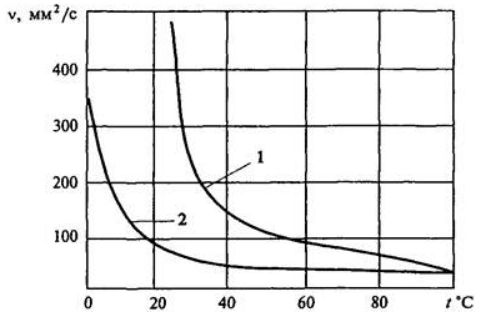


Рис. 1.1. Влияние температуры на вязкость масла: 1 – крутая вязкостно-температурная характеристика; 2 – пологая вязкостно-температурная характеристика

обладает крутой вязкостно-температурной кривой, и его индекс вязкости считают равным 0.

Вязкостно-температурная кривая испытуемого масла будет располагаться между кривыми эталонных масел и по ее положению судят об индексе вязкости. Практически индекс вязкости согласно ГОСТу 25371–97 определяют расчетным путем. Если ожидаемый индекс вязкости находится в пределах от 0 до 100, то его рассчитывают как отношение вязкостей, определяемых при 40 °С и 100 °С по формулам:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100; \qquad (3.1)$$

$$VI = \frac{L - U}{D} \cdot 100, \qquad (3.2)$$

где U – кинематическая вязкость масла при 40 °С; значения Z, H и D находят по таблице ГОСТа, опираясь на величину кинематической вязкости масла при 100 °С.

Если индекс вязкости будет величиной более 100, то его находят по формулам с использованием логарифмов и таблицы ГОСТа.

Более простой способ определения индекса вязкости масла (но менее точный) заключается в использовании номограммы (рис. 1.2) на основе значений кинематической вязкости масла при 100 °С и 50 °С. Для этого по вертикали и горизонтали проводят линии от точек соответствующих значениям вязкости масла при 100 °С и 50 °С и в месте их пересечений находят значение индекса вязкости.

Значение индекса вязкости порядка 90–100 и выше характеризуют хорошие, а ниже 50–60 – плохие вязкостно-температурные свойства масла.

Экспериментальная часть

Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

– стеклянный цилиндр диаметром 40–55 мм;

– образец испытуемого масла;

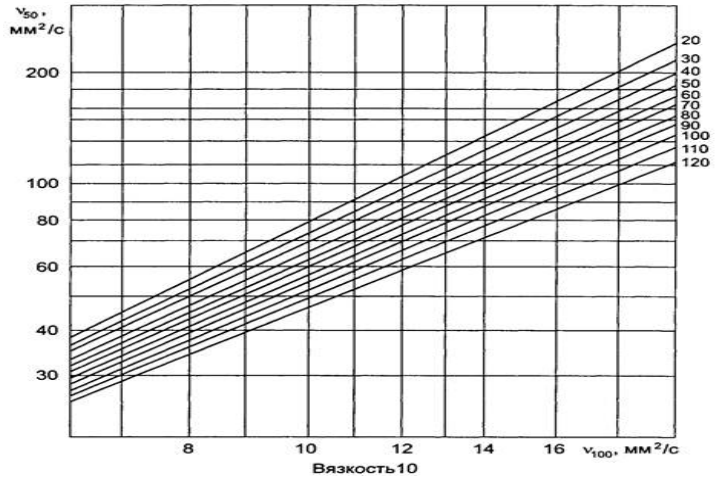


Рис. 1.2. Номограмма определения индекса вязкости масла

– два отрезка чистого сухого стекла размером 100х150 мм;

– профильтрованный неэтилированный бензин;

– стеклянный цилиндр с притертой пробкой емк. 250 мл;

– бумажный фильтр;

– лупа 2-, 3- кратного увеличения;

– химический стакан на 250–300 мл;

– искусственный источник света;

– электроплитка;

– термометр до 200 °С;

– глицерин;

– химический стакан из термостойкого стекла высотой 100 мм;

– пробирка;

– вытяжной шкаф.

Порядок выполнения работы

I вариант

1. На отрезок стекла нанести несколько капель испытуемого масла.

2. Вторым отрезком стекла провести по первому до образования тонкой масляной пленки.

3. Оба отрезка стекла просмотреть на свет.

4. Результат наблюдения записать в отчет.

II вариант

1. Подогреть масло до 40–50 °С.

2. Отмерить в химический стакан 25–50 мл подогретого масла и смешать с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина.

3. Профильтровать раствор через бумажный фильтр.

4. Осмотреть фильтр с помощью лупы.

5. Результат наблюдения записать в отчет.

III вариант

1. Масло в количестве 50–100 мл разбавить в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина.

2. Смесь перемешать и дать отстояться в течение 5–10 мин.

3. Придать смеси вращательное движение.

4. Для обнаружения примесей осмотреть стакан на свету, проходящем снизу вверх.

5. Результат записать в отчет.

IV вариант – определение наличия воды в масле

1. В стакане из термостойкого стекла нагреть глицерин до температуры 175±5 °С.

2. В чистую и сухую пробирку налить испытуемое масло до высоты 85±3 мм.

3. В пробирку вставить термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки, а также на расстоянии 25±5 мм от дна пробирки.

4. Пробирку с маслом и термометром поместить в стакан с нагретым глицерином и наблюдать за маслом до момента достижения температуры в пробирке 130 °С.

5. Результат наблюдения записать в отчет.

Определение кинематической вязкости при 50 °С и 100 °С

Оборудование:

– прибор для определения кинематической вязкости;

– секундомер;

– набор вискозиметров;

– химические стаканы;

– дистиллированная вода, глицерин;

– колба;

– термометр;

– водяная баня.

Порядок выполнения работы

Определение индекса вязкости

Оборудование:

– номограмма для определения индекса вязкости.

Порядок выполнения работы

1. По полученному значению кинематической вязкости при 100 °С на номограмме (рис. 3.2) провести вертикальную линию от горизонтальной оси.

2. По полученному значению кинематической вязкости при 50 °С на номограмме провести горизонтальную линию от вертикальной оси.

3. По точке пересечения линий найти индекс вязкости масла.

4. Результат записать в отчет.

По результатам анализов заполнить таблицу по форме

Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?

2. Что такое вязкостно-температурные свойства масел и какими показателями они оцениваются?

3. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел?

4. С какими вязкостями применяются масла на автомобилях зимой и летом?

5. Перечислите марки моторных и трансмиссионных масел и их применение.

6. Что такое индекс вязкости?

Практическая работа №13

Тема :«Изучение устройства колес и шин»

Цель работы: 1. Закрепить знания по устройству колес и шин автомобилей.

2. Сформировать умение определять характерные неисправности колес и шин.

Краткие теоретические сведения

Колеса являются принимающей стороной крутящего момента от двигателя. Путем сцепления с дорогой они способствуют движению автомобиля, принимают удары и толчки из-за неровностей, а затем сглаживают их. Торможение, разгон зависят также от колес. Устройство колес представлено на рисунке 1. Оно включает в себя диск с ободом и шины.

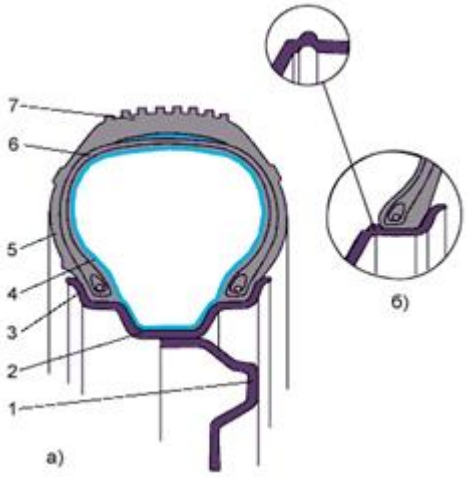


Рис. 1. Колесо легкового автомобиля а) устройство колеса б) уплотняющий буртик на ободе бескамерной шины 1 - диск колеса; 2 - обод; 3 - борт; 4 - камера; 5 - боковина; 6 - корд; 7 - протектор

Диск. К диску крепится обод, сам диск прикреплен к ступице колеса коническими болтами или гайками.

Колеса транспортных средств подразделяются на одинарные и сдвоенные. Одинарное колесо устанавливается на одной ступице и несет одну шину, а сдвоенное имеет два обода, смонтированных на одной ступице и несущих две шины. На автомобилях применяются дисковые колеса, колеса с разборным ободом и составные.

Дисковое колесо — это неразборный узел, состоящий из обода колесного диска. Дисковое колесо грузового автомобиля может иметь составной обод, один из бортов которого состоит из съемного разрезного замочно-посадочного кольца и съемного бортового кольца, которые в сборе образуют обод

Колесо с разборным ободом — это колесо, в котором один или два разборных обода крепятся непосредственно на ступице, развитой до размера обода. Такие колеса широко применяются на тяжелых автомобилях и автобусах.

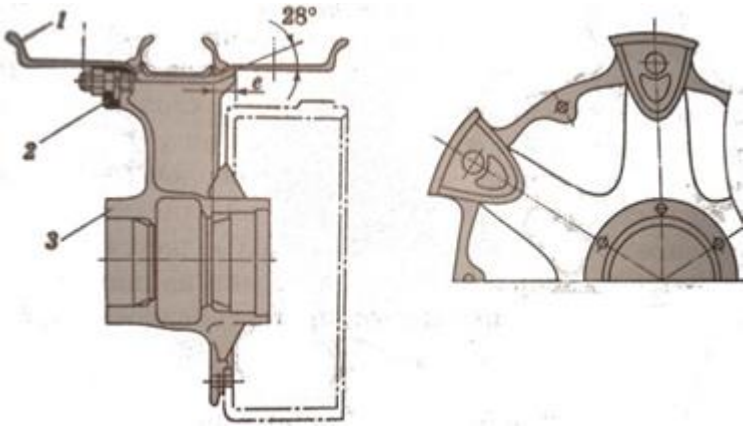


Рис. Колесо с разборным ободом: 1 — обод, 2 — прижим; 3 — ступица

Соединение колеса со ступицей обеспечивает передачу крутящего момента и центрирование колеса на ступице. Крепление штампованных дисковых колес легковых автомобилей производится, как правило, с помощью болтов или гаек, имеющих коническую центрирующую поверхность. Центрирование литых дисков колес осуществляется по посадочному пояску ступицы. Узел крепления включает шпильки и унифицированные гайки, снабженные свободно вращающимися шайбами, которые исключают возможность повреждения диска. Вместо шпилек и гаек могут использоваться болты.

Шина. Различают два типа шин: шина камерная и шина бескамерная. Если шина камерная, то ее камера заполняется воздухом. Бескамерная шина – это покрышка авто. В свою очередь сама покрышка состоит из каркаса, проектора, боковин и бортов. Каркас шины - силовая основа покрышка. Каркас состоит из нескольких слоев корда (специальный материал). Этот держит давление сжатого воздуха изнутри и нагрузку от дороги наружи. Протектор. Самый последний слой покрышки. Он непосредственно соприкасается с дорогой. На протекторе выдавлен определенный рисунок. Шины для автомобиля необходимо покупать в соответствие с рекомендациями завода-изготовителя. Повышенный и неравномерный износ шин. Причина: износ шаровых шарниров подвески, дисбаланс колес, нарушение углов установки передних колес. Способ устранения: регулировка углов установки передних колес, замена изношенных деталей, восстановить баланс коле

Пневматическая шина — это упругая оболочка, предназначенная для установки на ободе колеса и заполняемая воздухом под давлением. Основным элементом шины является покрышка, непосредственно воспринимающая нагрузки на шину со стороны дороги. Она состоит из каркаса, протектора, брекера, бортов и боковин.

Каркас — это силовая часть покрышки, состоящая из одного или нескольких слоев корда, закрепленных на боковых кольцах.

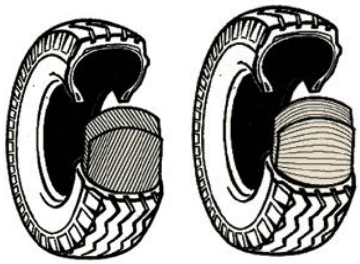
Протектор — наружная резиновая часть покрышки с рельефным рисунком, обеспечивающая сцепление шины с дорогой предохраняющая каркас от повреждений.

Брекер — часть покрышки, состоящая из слоев корда или резины и способствующая более равномерному распределению по поверхности колеса действующих на него нагрузок.

Борта — это жесткие части покрышки, служащие для крепления шины на ободе.

Боковины — резиновый слой, покрывающий боковые стенки каркаса и предохраняющий его от механических повреждений и проникновения влаги.

По конструкции каркаса и брекера различают диагональные и радиальные шины. По способу герметизации внутренней полости (при сборке с ободом) шины бывают камерные и бескамерные.



Основные нормативные требования к шинам транспортных средств установлены Правилами эксплуатации автомобильных шин. на которые имеется соответствующая ссылка в СТБ 1641-2006. В соответствии с этими требованиями выбор шин по размерам. моделям, грузоподъемности, типу рисунка протектора для каждой модели транспортного средства должен производиться согласно рекомендациям их производителей. При этом в инструкции по эксплуатации транспортного средства должны быть указаны размеры применяемых шин и рекомендуемые режимы их работы.

Шины, восстановленные по первому классу, применяются без ограничений на всех осях транспортных средств, за исключением междугородных автобусов. Шины, восстановленные по второму классу, применяются на колесах всех осей грузовых автомобилей и прицепов (полуприцепов), а также автобусов, кроме междугородных, и задних осях легковых автомобилей. В целях обеспечения безопасности движения запрещается устанавливать шины с отремонтированными местными повреждениями на передних осях механических транспортных средств.

Для улучшения сцепных качеств шин и повышения безопасности движения на заснеженных и обледенелых дорогах могут применяться шины с шипами противоскольжения. Данные шины должны быть установлены на всех колесах (в том числе запасном) транспортного средства.

Согласно Правилам дорожного движения и СТБ 1641-2006 не допускается установка на одну ось автобуса, легкового автомобиля или прицепа к нему, грузового автомобиля или прицепа к нему диагональных шин совместно с радиальными или шин различным типом рисунка протектора.

Высота рисунка протектора должна быть не менее:

· для легковых автомобилей — 1,6 мм

· для грузовых — 1,0; для автобусов — 2,0 мм

· для прицепов и полуприцепов — тех же значений, что и для тягачей

Шина считается непригодной к эксплуатации, если на ней имеется участок беговой дорожки с размерами, высота рисунка протектора на котором меньше нормативных значений.

Шина считается непригодной к эксплуатации, если проявился один индикатор при равномерном износе или два индикатора в каждом из двух сечений при неравномерном износе беговой дорожки.

Система контроля давления воздуха в шинах *с использованием специального контрольного устройства* (колпачков Easy Control). Наиболее простым и дешевым способом постоянного контроля давления в шинах является установка на колесе вместо штатного колпачка ниппеля специального контрольного устройства

Шина автомобиля воспринимает вертикальную нагрузку от веса автомобиля и все усилия, возникающие в пятне контакта шины с дорогой при ускорении, торможении и повороте автомобиля, смягчая силовые воздействия на автомобиль.

На легковых автомобилях применяются пневматические камерные и бескамерные шины, при этом последние имеют преимущественное использование. Внутреннее покрытие бескамерной шины изготавливается из слоя воздухонепроницаемой резины толщиной 2…3 мм, а на наружную поверхность борта наносят эластичную резину, которая обеспечивает герметичность при посадке шины на обод. Вентиль бескамерной шины образует герметичное соединение при установке его в отверстие обода колеса. При проколе бескамерной шины небольшим предметом, растягивается воздухонепроницаемый внутренний слой резины шины и обволакивается ею. При этом воздух из бескамерной шины выходит очень медленно, в отличие от камерной, поэтому бескамерные шины более безопасны.

В конструкцию колеса входят: диск с ободом, опорное кольцо, шина и датчик давления в шине. Опорное кольцо закреплено в середине обода посредством элементов с геометрическим замыканием. Это кольцо изготовляется из прочного синтетического материала, которому придается сотовая структура. Борта шины не зажимаются закраинами обода, а устанавливаются в посадочные канавки на нем.

В конструкцию колеса входят: диск с ободом, опорное кольцо, шина и датчик давления в шине. Опорное кольцо закреплено в середине обода посредством элементов с геометрическим замыканием. Это кольцо изготовляется из прочного синтетического материала, которому придается сотовая структура. Борта шины не зажимаются закраинами обода, а устанавливаются в посадочные канавки на нем.

Диски колес, применяемые на легковых автомобилях, разделяются на стальные и легкосплавные. Стальные колеса изготавливают методом штамповки из листового металла с последующей сваркой составляющих элементов. Достоинствами стальных колес являются сравнительно невысокая стоимость и хорошие эксплуатационные качества. К недостаткам следует отнести большую массу колеса и несколько широкое поле допусков на изготовление, что требует тщательной балансировки. Легкосплавные колеса изготавливают методом литья или ковки. Материалами для колес являются сплавы на основе алюминия, магния и титана, поэтому стоимость таких колес высокая. Колеса на основе магниевых сплавов требуют специального антикоррозионного покрытия.

Легкосплавные колеса бывают очень разнообразные по конструкции, внешнему виду и дизайну.

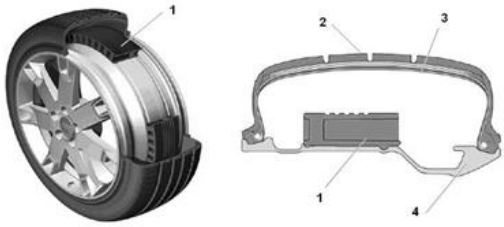


Рис. Конструкция колеса аварийной системы PAX: 1 – опорное кольцо; 2 – шина; 3 – глицериновый гель; 4 – обод колеса.

Принцип действия шины заключается в следующем. При полной или частичной потере воздуха покрышка опирается об опорное кольцо. При этом шина удерживается на ободе благодаря особой форме посадочных канавок. Наиболее опасным является движение автомобиля на поворотах, при котором на боковины шины действуют растягивающие усилия. Сила растяжения Fz вызывает поворот борта шины вокруг его сердечника. В результате создается сила Fw, действующая во внешней зоне борта и прижимающая его к посадочной канавке. Диски колес, применяемые на легковых автомобилях, разделяются на стальные и легкосплавные. Стальные колеса изготавливают методом штамповки из листового металла с последующей сваркой составляющих элементов. Достоинствами стальных колес являются сравнительно невысокая стоимость и хорошие эксплуатационные качества. К недостаткам следует отнести большую массу колеса и несколько широкое поле допусков на изготовление, что требует тщательной балансировки. Легкосплавные колеса изготавливают методом литья или ковки. Материалами для колес являются сплавы на основе алюминия, магния и титана, поэтому стоимость таких колес высокая. Колеса на основе магниевых сплавов требуют специального антикоррозионного покрытия. Легкосплавные колеса бывают очень разнообразные по конструкции, внешнему виду и дизайну.

Рис. Основные размеры диска колеса

Порядок выполнения работы

1.Изучить назначение и устройство колес и шин автомобилей

2.Рассмотреть и уметь объяснить следующие схемы:

2.1.Конструкцию колеса с разъемным и неразъемным ободом

2.2.Конструкцию камерной и бескамерной шины

3. Выписать основные параметры, характеризующие колеса и шины изучаемых автомобилей

3.1.Тип колес

3.2.Тип шин

3.3.Способы крепления запасного колеса

4.Выполнить практическую работу

5.Составить отчет о работе, дать ответ на контрольные вопросы

Практическая работа №14

Тема: Составление схемы лакокрасочного покрытия с указанием назначения применяемых материалов»

Цель работы: Изучить свойства, назначение, применение лакокрасочных материалов

Оборудование: Компьютер, мультимедийный проектор, презентация.

Учебное пособие Заплатин В.Н. «Основы материаловедения(металлообработка)»

Методические указания

Применение красок и лаков в автотракторостроении и ремонтном производстве имеет важное значение, так как они придают эстетический вид изделию и увеличивают срок службы машины за счет сохранения металлических поверхностей от коррозии, а древесных частей от загнивания.

Изучая состав лакокрасочных материалов, необходимо разобраться, из каких компонентов они состоят, знать назначение, состав и свойство каждого их них.

Основным компонентом любого лакокрасочного материала являются пленкообразующие вещества, которые бывают природными – это растительные масла, специально обработанные, или смолы естественного происхождения.

Группа синтетических пленкообразователей гораздо шире и разнообразнее: алкидные, эпоксидные, меламиноформальдегидные, фенолоформальдегидные и другие смолы.

В лакокрасочную композицию вводят пигменты и наполнители для придания окраски и определенных свойств покрытию. Пигменты бывают неорганического и органического происхождения, они не растворяются в воде, растворителях, пленкообразователях и вводятся в тонкодисперсном виде для образования цветного покрытия.

Наполнители – твердые дисперсные неорганические вещества (тальк, ксолин), повышающие вязкость лакокрасочного материала.

Растворители – это органические летучие вещества, применяемые для перевода пленкообразователей в состояние, пригодное к нанесению на окрашиваемую поверхность, и для регулирования вязкости. В качестве растворителей применяют бутиловый и этиловый спирты, сольвент, ксилол, уайтспирит и растворители 646, 647, 648. Все они представляют собой растворы этилового, бутилового спиртов, ацетона, ксилола и других веществ в разных соотношениях.

При ремонте автотракторной техники необходимо правильно подобрать лакокрасочный материал (см. Л-3. с.249, табл. 40).

Особое внимание следует уделить подготовке поверхностей к покраске. Это выравнивание, удаление коррозии и старой краски, обезжиривание, нанесение грунтовок (см. Л-3. с.247, табл. 38), шпатлевки, толщина которых не должна быть больше 2 мм, а одного слоя – 0,5 мм. Выравнивание поверхности производят водостойкой шкуркой № 80 – 120.

Для экономии лакокрасочных материалов необходимо знать ориентировочные нормы расхода эмалей типа МЛ-197 для окраски автомобилей или деталей.

Например, автомобиль ВАЗ-2121: кузов в сборе 2,5 кг, капот в сборе 0,31 кг и т.д.

При работе с лакокрасочными материалами необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты: очками, респираторами, перчатками, можно применять пасты, кремы для кожи, рук, лица. Лакокрасочные материалы являются пожароопасными, поэтому при работе запрещается курить, пользоваться открытым пламенем.

Ход работы

1.Работа студентов по заданиям практической работы

- Заполнить таблицу
- Название компонентов
- Материал.
- Назначение
- Область применения
- Пленкообразующие материалы
- Пластификаторы
- Сиккативы
- Растворители
- Разбавители
- Пигменты
- Наполнители
- Красители
- Антистарители
- Отвердители

2. Составить отчет о работе.
3. Ответить на контрольные вопросы.

4.Сформулировать вывод.

Контрольные вопросы

1. Назначение лакокрасочных покрытий.
2. Как подразделяются лакокрасочные покрытия по назначению?
3. Назначение грунтовок, их состав, применение.
4. Шпатлевки, их состав, правила нанесения и выравнивания.
5. Эмали, их состав, классификация.
6. Области применения эмалей, их свойства и режимы сушки.
7. Растворители, их состав, применение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беднарский, В.В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник / В.В. Беднарский. - Рн/Д: Феникс, 2020. - 456 с.

2. Виноградов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Основные и вспомогательные технологические процессы. Лабораторный практикум / В.М. Виноградов. - М.: Academia, 2019. - 313 с.

3. Виноградов, В.М. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебник / В.М. Виноградов. - М.: Академия, 2020. - 240 с.

4. Виноградов, В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: Учебное пособие / В.М. Виноградов. - М.: Академия, 2021. - 112 с.

5. Виноградов, В.М. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебник / В.М. Виноградов. - М.: Academia, 2019. - 199 с.

6. Виноградов, В.М. Технологические процессы ремонта автомобилей: Учебное пособие / В.М. Виноградов. - М.: Academia, 2018. - 140 с.

7. Виноградов, В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: Учебное пособие / В.М. Виноградов. - М.: Academia, 2018. - 313 с.

8. Виноградов, В.М. Организация производства технического обслуживания и текушего ремонта автомобилей: учебное пособие / В.М. Виноградов. - М.: Academia, 2017. - 463 с.

9. Власов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник / В.М. Власов. - М.: Академия, 2020. - 352 с.

10. Волгин, В.В. Ремонт двигателя своими руками: 68 моделей

автомобилей "ВАЗ" / В.В. Волгин. - СПб.: Питер, 2020. - 208 с.

11. Гладов, Г.И. Текущий ремонт различных типов автомобилей. В 2 ч. Ч. 1: Легкие грузовики (малой и средней грузоподъемности).: Учебник / Г.И. Гладов, М.П. Малиновский. - М.: Academia, 2021. - 352 с.

12. Гладов, Г.И. Текущий ремонт различных типов автомобилей. В 2 ч. Ч. 2: Грузовые автомобили большой грузоподъемности: Учебник / Г.И. Гладов, М.П. Малиновский. - М.: Academia, 2018. - 158 с.

13. Епифанов, Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. - М.: ИД Форум, НИЦ Инфра-М, 2018. - 352 с.

14. Зорин, В.А. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник / В.А. Зорин. - М.: Академия, 2018. - 304 с.

15. Карагодин, В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебник / В.И. Карагодин. - М.: Academia, 2017. - 94 с.

16. Коваленко, Н.А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие / Н.А. Коваленко. - М.: Инфра-М, 2017. - 248 с.

17. Кузнецов, А.С. Слесарь по ремонту автомобилей (моторист): Учебное пособие / А.С. Кузнецов. - М.: Academia, 2018. - 320 с.

18. Синельников, А.Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей / А.Ф. Синельников. - М.: Academia, 2018. - 352 с.

19. Слободчиков, В.Ю. Ремонт кузовов автомобилей: Учебник / В.Ю. Слободчиков. - М.: Академия, 2018. - 320 с.

20. Шестопалов, С.К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: Учебник / С.К. Шестопалов. - М.: Академия, 2018. - 288 с.