

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-10 для студентов специальности
27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)»
на базе основного общего образования всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 620.22(07)
ББК 30.3я7

Составитель ст. преп. В. А. Юрьева

Материаловедение: методические указания к выполнению практических работ № 1-10 для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» на базе основного общего образования всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В. А. Юрьева. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 40 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Материаловедение». Разрабатывались на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Предназначены для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» на базе основного общего образования всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_Материал_ПР_1-10.

Табл. 13. Библиогр.: 2 назв.

УДК 620.22(07)
ББК 30.3я7

Рецензент – М. С. Веденеева, преподаватель
строительно-политехнического колледжа ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях представлен комплекс практических работ, позволяющий изучить взаимосвязь состава, строения, структуры и свойств различных материалов, а также закономерности их изменения под тепловым, химическим, механическим и другими воздействиями. Дать оценку возможности использования этих материалов в практике для студентов СПО обучающихся по специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)».

Описаны методика и практика проведения практических занятий по материаловедению, предложены работы по проведению испытаний образцов на твердость и на разрыв, а также на изучение структуры стали, в том числе и после термообработки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЧУГУНА

Цель: изучить свойства чугуна.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, Компьютеры, файл «Структура и свойства сталей и чугунов».

Теоретическая часть:

СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА С УГЛЕРОДОМ

Сплавы железа с углеродом являются основой так называемых черных сплавов — сталей и чугунов, которые служат важнейшими конструкционными материалами в технике. Структура и свойства любого сплава зависят прежде всего от свойств базового компонента и элементов-добавок, а также от характера их взаимодействия.

ЧУГУН

ЧУГУН - сплав, содержащий Fe+C, где $2,14 < C < 4,5\%$ и неизбежные примеси: Mn, S, P, Si.

Свойства чугунов: большая твердость, хрупкость, плохая обрабатываемость резанием, малая вязкость.

Виды:

- по назначению: переплавный (для выплавки стали) и литейный (для производства чугунных отливок);
- по составу: обычный и легированный.
- по технологии производства: высокопрочный и ковкий.

Маркировка чугунов:

СЧ — серый чугун (литейный чугун + чугунный лом). Изготавливают: отливки деталей, трубы, сантехническое оборудование: СЧ10, СЧ30

ВЧ – высокопрочный чугун (СЧ +добавки лантана, магния): ВЧ38-17, ВЧ70-2 Свойства: повышенные мех.свойства. Изготавливают: валы двигателей, тяжело нагруженные детали машин.

КЧ – ковкий чугун (получают отжигом): КЧ37-12, КЧ45-6 Свойства: большая твердость, прочность, пластичность. Изготавливают: небольшие тонкостенные отливки, картеры, а/м.

А – антифрикционные чугуны: АС4, АС4-2, АВЧ-1 (Основа: СЧ и ВЧ + добавки хрома, никеля, меди) Изготавливают: подшипники трения.

Обозначение марок различных групп чугуна:

- передельный чугун - П1, П2;
- передельный чугун для отливок - ПЛ1, ПЛ2;
- передельный фосфористый чугун - ПФ1, ПФ2, ПФ3;
- передельный высококачественный чугун ПВК1, ПВК2, ПВК3;
- чугун с пластинчатым графитом СЧ;

цифры, стоящие после букв "СЧ", обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм;

- антифрикционный чугун серый - АЧС;
- антифрикционный высокопрочный - АЧВ;
- антифрикционный ковкий - АЧК;
- чугун с шаровидным графитом для отливок ВЧ;

цифры после букв "ВЧ" означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм;

- чугун легированный со специальными свойствами Ч;

буквы после буквы "Ч" означают легирующие элементы: Х - хром, С - кремний, Г - марганец, Н - никель, Д - медь, М - молибден, Т - титан, П - фосфор, Ю - алюминий. Цифры после букв означают среднее содержание основных легирующих элементов в процентах. Буква "Ш" в конце марки чугуна указывает, что чугун имеет графит шаровидной формы.

- ковкий чугун КЧ;

цифры, стоящие после букв "КЧ", означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение в процентах.

Пример расшифровки: КЧ 45-14 - ковкий чугун, предел прочности при растяжении (45х10) 450 Н/мм², относительное удлинение - 14 %.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

Марка чугуна	Название	Вид по назначению	Вид по составу	Вид по технологии производства	Виды изготавливаемых деталей	Характеристика (твердость, пластичность)
СЧ						
ВЧ						
КЧ						
А						

Контрольные вопросы:

1. Что такое чугун?
2. Назовите свойства чугунов.
3. Опишите виды чугунов.
4. Опишите маркировку чугунов, что обозначают буквы и цифры в марке чугуна.
5. Расшифруйте марки чугунов СЧ20, КЧ30-6, ЧХ22, АЧВ-1, ВЧ50.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЧУГУНА

Цель: изучить свойства чугуна

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, образцы чугуна, микроскоп

Теоретическая часть: Сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14 % углерода, называются *чугунами*. Кроме углерода, обязательно присутствуют примеси: кремний, марганец, сера, фосфор. В отличие от сталей чугуны имеют более высокое содержание углерода, лучшие литейные свойства и худшие пластические свойства. Углерод определяет структуру и свойства чугуна. С повышением содержания углерода ухудшаются механические свойства серого чугуна, что объясняется увеличением количества включений графита, ослабляющих металлическую основу чугуна. Вместе с тем углерод повышает литейные свойства чугуна, позволяя получать качественное тонкостенное литье.

1. Виды чугунов

В зависимости от формы выделения углерода в чугуне различают разные его виды.

Белый чугун назван так по виду излома. Весь углерод в белом чугуне находится в связанном состоянии в виде цементита Fe_3C . Структура состоит из перлита, ледебурита и избыточного цементита. Поэтому он отличается высокой твердостью, хрупкостью, низкой прочностью и трудоемкостью механической обработки. Практически данный чугун для изготовления деталей машин не используется, а благодаря наличию цементита не поддается обработке

режущим инструментом. Из белого чугуна делают отливки деталей с последующим отжигом на ковкий чугун. Чугун в изломе имеет белый цвет и характерный блеск.

Чугун с отбеленной поверхностью, в котором основная масса металла имеет структуру серого чугуна, а поверхностный слой - белого чугуна. Из отбеленного чугуна производят прокатные валки.

Половинчатый чугун - тот, в котором одна часть углерода находится в связанном состоянии, а другая - в свободном. Чугун имеет структуру перлита, ледебурита и пластинчатого графита. Половинчатые чугуны так же, как и белые, для изготовления деталей машин не используются.

Серый чугун в изломе имеет темно-серый цвет вследствие того, что весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита, а содержание углерода в связанном состоянии в виде цементита составляет не более 0,8 %.

В зависимости от распада цементита различают ферритный, ферритно-перлитный и перлитный серые чугуны.

Серый ферритный чугун получается при полном распаде цементита (входящего в состав ледебурита), перлита, а также структуры свободного цементита. Структура чугуна состоит из феррита и графита.

Серый ферритно-перлитный чугун характеризуется меньшей степенью графитизации. При этом образуется структурно свободный, освобождающийся из перлита. Структура становится ферритно-перлитной с графитом.

Серый перлитный чугун образуется, когда графитизации подвергается полностью цементит, входящий в состав ледебурита, и вторичный цементит. Структура состоит из перлита и графита.

Таким образом, серый чугун имеет структуру стали, испещренную включениями графита.

Чугун с перлитной структурой обладает наибольшей твердостью, прочностью и износостойкостью.

Наличие феррита в структуре вызывает снижение прочностных характеристик и износостойкости. Наименьшую прочность имеет ферритный чугун. Твердость чугуна с различной структурой металлической основы представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Твердость чугуна с различной структурой металлической основы

Чугун	Виды чугуна		
	Ферритный	Феррито-перлитный	Перлитный
Твердость, НВ	150	200	250

Зависимость свойств серого чугуна от структуры значительно сложнее, чем у стали, так как его структура состоит из металлической основы и включений графита, вкрапленных в эту основу. Для характеристики структуры

серого чугуна необходимо определять размеры, форму, распределение графита, а также структуру металлической основы.

Графитные включения лучше определять на нетравленных шлифах. Хрупкие графитные включения в металлической основе (в поверхностном слое) выкрашиваются при шлифовании и полировании микрошлифа, поэтому участки, в которых они находились, кажутся в микроскопе темными. Они имеют характерную форму пластинок. Можно качественно оценить влияние графитных включений на механические свойства серого чугуна: чем меньше графитных включений, чем они мельче и больше степень изолированности их друг от друга, тем выше прочность чугуна при одной и той же металлической основе. Оценка графитных включений осуществляют по типовой шкале ГОСТ 3443-77.

Металлическую основу изучают после травления микрошлифа. Она состоит из феррита и перлита, количественное соотношение их может быть различным. При одинаковом характере графитных включений чугун с преобладающим количеством перлита (перлитовый чугун) обладает более высокими механическими свойствами, чем чугун с преобладающим количеством феррита (ферритовый чугун). Типичные структуры серых чугунов с различной металлической основой приведены на фотографиях микрошлифов.

Высокопрочный чугун. Серый чугун, в котором графит имеет шаровидную (округлую) форму. Он получается при модификации магнием или хромом. Такая форма графита определяет наибольшую сплошность металлической основы, а, следовательно, высокую прочность, повышенную пластичность и ударную вязкость. Высокопрочный чугун получают из обычного серого перлитного чугуна присадкой в ковш с жидким чугуном 0,5-1 % магния от веса чугуна. Высокопрочный чугун имеет структуру феррита и перлита с округлыми включениями графита.

Ковким чугуном является белый чугун, графитизированный термической обработкой (отжигом, томлением). Для получения ковкого чугуна необходимо белый чугун нагреть до 950-1000 °С и затем после длительной выдержки охладить с малой скоростью до обычной температуры. Структура ковкого чугуна характеризуется графитом в виде хлопьевидных включений. Такая форма графита в меньшей степени снижает механические свойства ковкого чугуна.

Легированные чугуны. Представляет интерес использование чугунов для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.). Для этого в чугуны вводят соответствующие легирующие элементы, способствующие повышению необходимых свойств. Такие чугуны называются легированными, специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

Пластичность чугунов мало зависит от структуры металлической основы. Форма графитных включений мало влияет на твердость чугуна, однако на

прочность и пластические свойства она оказывает значительное влияние. Наиболее благоприятной формой графита является шаровидная, а пластинчатый графит снижает прочность и пластичность чугуна. Это связано с тем, что графитные включения играют роль трещин, пустот в чугуне и являются концентраторами напряжений.

Чем компактнее форма включений графита и чем меньше их количество, тем в меньшей степени они ослабляют металлическую основу, тем выше прочность и пластичность чугуна при одной и той же структуре металлической основы.

Таблица 2.2

Зависимость пластичности чугуна от формы включений графита

Форма графита	Пластинчатая	Хлопьевидная	Шаровидная
Относительное удлинение δ , %	0,2-0,5	5-10	10-15

Следует отметить, что в определенных случаях наличие графита в структуре полезно и дает чугуну преимущества перед сталью: включения графита облегчают обрабатываемость чугуна резанием (стружка делается ломкой); благодаря смазывающему действию графита, чугун обладает хорошими антифрикционными свойствами.

Стоит также отметить хорошие литейные свойства чугуна, (хорошая жидкотекучесть и малая усадка) дающие ему преимущество по сравнению со сталью.

Факторы, способствующие графитизации

Графитизацией называется процесс выделения графита при кристаллизации или охлаждении сплавов железа с углеродом. Графитизация чугуна зависит от ряда факторов. К ним относятся присутствующие в чугуне центры графитизации, скорость охлаждения и химический состав чугуна.

Влияние скорости охлаждения обусловлено тем, что графитизация чугуна является диффузионным процессом и протекает медленно. Значительная длительность процесса графитизации обусловлена необходимостью реализации нескольких стадий: образования центров графитизации в жидкой фазе или аустените, диффузии атомов углерода к центрам графитизации и роста выделений графита. При графитизации цементита добавляется необходимость предварительного распада Fe_3C растворения углерода в аустените. Чем медленнее охлаждение чугуна, тем большее развитие получает процесс графитизации. В одной и той же отливке чугун может иметь различную структуру. В тонких частях отливки, где выше скорость кристаллизации и охлаждения, чугун имеет меньшую степень графитизации, чем в массивных. Быстрое охлаждение способствует получению белого чугуна, более медленное - серого чугуна.

Из примесей, входящих в состав чугуна, наиболее сильное положительное влияние на графитизацию оказывает **кремний**. Содержание кремния в чугуне колеблется от 0,5 до 4-5 %.

Марганец препятствует графитизации, увеличивая склонность чугуна к отбеливанию. Содержание марганца в чугуне обычно не более 0,5—1,0 %.

Сера является вредной примесью в чугуне. Ее отбеливающее влияние в 5-6 раз выше, чем марганца. Кроме того, сера снижает жидкотекучесть, способствует образованию газовых пузырей, увеличивает усадку и склонность к образованию трещин.

Влияние **фосфора** в чугуне существенно отличается от его влияния в стали. Хотя фосфор почти не влияет на графитизацию, он является полезной примесью, увеличивая жидкотекучесть серого чугуна за счет образования легкоплавкой (950-980°C) фосфидной эвтектики.

Обычно используют чугуны следующего химического состава, %: 3,0-3,7 C; 1-3 Si; 0,5-1,0 Mn, менее 0,3 P и 0,15 S.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Рассмотреть образцы чугуна под микроскопом, определить вид, чугуна зарисовать структуру.
3. Заполнить в тетради табл. 2.3 по форме:

Таблица 2.3

	Марка чугуна	Размеры графита	Форма графита	Распределение графита	Структура металлической основы
Образец					

4. Расшифровать марки чугунов СЧ35, КЧ45-6, ЧХ12, АЧВ-2, ВЧ60.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ

Цель: изучить свойства сталей.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, компьютеры, файл «Структура и свойства сталей и чугунов».

Теоретическая часть:

Маркировка сталей - принято буквенно-цифровое обозначение сталей.

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали содержат повышенное количество серы и фосфора. Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 - это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б

гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.

Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.

Качественные углеродистые стали

Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.

Конструкционные нелегированные качественные стали (например, Ст.10; Сталь 20; Ст.30; Ст.45), обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали 0,10%; 0,20%; и т.д.

Конструкционные *качественные углеродистые стали* Маркируются двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.

Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.

Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0,45 %.

Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.

Сталь У8, сталь У13.

Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %

Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.

Сталь У10А.

Стали инструментальные нелегированные, делят на качественные, обозначаемые буквой У и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, У7; У8; У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой А в конце наименования (например, У8А; У10А; У12А) или дополнительной буквой Г, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

Стали инструментальные легированные, обозначаются также как и конструкционные легированные. Возьмем такую марку как ХВГ, расшифровка этой марки показывает наличие в ней основных легирующих элементов: Хрома, Вольфрама, Марганца. Эта сталь отличается от 9ХВГ, повышенным содержанием в ней углерода, примерно 1%, поэтому цифра в начале марки не ставится.

Стали быстрорежущие расшифровываются следующим образом - такие марки имеют букву Р (с этого начинается обозначение стали), затем следует цифра, указывающая среднее содержание вольфрама (например, Р18; Р9), затем следуют буквы и цифры, определяющие массовое содержание элементов.

(например, сталь Р6М5) цифра 5 показывает долю молибдена в этой марке. Содержание хрома не указывают, т. к. оно составляет стабильно около 4% во всех быстрорежущих сталях и углерода, т. к. последнее всегда пропорционально содержанию ванадия. Следует заметить, что если содержание ванадия превышает 2,5%, буква Ф и цифра указывается (например, стали Р6М5Ф3).

Конструкционная низколегированная 09Г2С расшифровывается как сталь, углерода в которой около 0,09% и содержание легирующих компонентов марганца, кремния и других, составляет в сумме менее 2,5%.

Стали 10ХСНД и 15ХСНД отличаются разницей углерода, в таких сталях среднее содержание каждого элемента содержится менее 1% процента, поэтому цифры за буквой не ставятся.

Конструкционные легированные стали, такие как 20Х; 30Х; 40Х обозначают буквами и цифрами, в данном случае марка показывает содержание углерода и основного легирующего элемента хрома. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится.

30ХГСА хромокремнемарганцевая сталь, обладает большой прочностью и повышенным сопротивлением к ударным нагрузкам. В состав марки входит углерод 0,30%, кроме углерода содержит марганец, кремний и хром, примерно в равных долях по 0,8-1,1%

Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03% для каждого из этих элементов, поэтому в конце таких марок ставится буква А, что свидетельствует о дополнительных показателях качества марок, (например, 20ХН4ФА; 38ХН3МА). Также обозначаются и конструкционные рессорно-пружинные стали, такие как 60С2А, 65Г, где первые цифры показывают углерод в сотых долях процента. (0,60 и 0,65 соответственно).

Расшифровка сталей конструкционных подшипниковых, производится так, они обозначаются также, как и легированные, маркировка начинается с буквы Ш (например, ШХ4; ШХ15; ШХ15СГ). Цифра 15 говорит о содержании легирующего хрома, примерная доля которого равна 1,5%, в стали ШХ4 0,4% соответственно. Существует множество других марок, подробнее о наличии в них элементов и примесей можно узнать в нашем марочнике, для этого достаточно воспользоваться поиском.

Автоматные стали.

Автоматными называют стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием.

Эффективным металлургическим приемом повышения обрабатываемости резанием является введение в сталь серы, селена, теллура, кальция, которые изменяют состав неметаллических включений, а также свинца, который образует собственные включения.

Автоматные стали А12, А20 с повышенным содержанием серы и фосфора используются для изготовления малонагруженных деталей на станках автоматах (болты, винты, гайки, мелкие детали швейных, текстильных, счетных и других машин). Эти стали обладают улучшенной обрабатываемостью резанием, поверхность деталей получается чистой и ровной. Износостойкость может быть повышена цементацией и закалкой.

Стали А30 и А40Г предназначены для деталей, испытывающих более высокие нагрузки.

У автоматных сталей, содержащих свинец, (АС11, АС40), повышается стойкость инструмента в 1...3 раза и скорость резания на 25...50 %.

Легированные хромистые и хромоникелевые стали с присадкой свинца и кальция (АЦ45Г2, АСЦ30ХМ, АС20ХГНМ) используются для изготовления нагруженных деталей в автомобильной и тракторной промышленности.

Автоматные стали подвергают диффузионному отжигу при температуре 1100...1150°С, для устранения ликвации серы.

Химические элементы, входящие в состав марки стали принято обозначать буквами.

Например, буквой Х - обозначается хром, Н - никель, К - кобальт, М - молибден, В - вольфрам, Т - титан, Д - медь, Г - марганец, С - кремний,

Ф - ванадий, Р - бор, А - азот, Б - ниобий, Е - селен, Ц - цирконий, Ю - алюминий, Ч - показывает о наличии редкоземельных металлов.

Порядок выполнения работы

1. Изучите теорию по маркировке сталей.
2. Создайте и зарисуйте в тетрадь классификацию сталей в виде схемы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сталь?
2. Назовите свойства сталей.
3. Опишите виды сталей.
4. Опишите маркировку сталей, что обозначают буквы и цифры в марке стали.
5. Какие марки сталей применяются для изготовления деталей в автомобилестроении? Приведите примеры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ

Цель: изучить свойства сталей.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, образцы сталей, микроскоп.

Теоретическая часть:

Маркировка сталей - принято буквенно-цифровое обозначение сталей.

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали содержат повышенное количество серы и фосфора. Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 - это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.

Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.

Качественные углеродистые стали

Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.

Конструкционные нелегированные качественные стали (например, Ст.10; Сталь 20; Ст.30; Ст.45), обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали 0,10%; 0,20%; и т.д.

Конструкционные *качественные углеродистые стали* Маркируются двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.

Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.

Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0,45 %.

Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.

Сталь У8, сталь У13.

Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %

Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.

Сталь У10А.

Стали инструментальные нелегированные, делят на качественные, обозначаемые буквой У и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, У7; У8; У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой А в конце наименования (например, У8А; У10А; У12А) или дополнительной буквой Г, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

Стали инструментальные легированные, обозначаются также как и конструкционные легированные. Возьмем такую марку как ХВГ, расшифровка этой марки показывает наличие в ней основных легирующих элементов: Хрома,

Вольфрама, Марганца. Эта сталь отличается от 9ХВГ, повышенным содержанием в ней углерода, примерно 1%, поэтому цифра в начале марки не ставится.

Стали быстрорежущие расшифровываются следующим образом - такие марки имеют букву Р (с этого начинается обозначение стали), затем следует цифра, указывающая среднее содержание вольфрама (например, Р18; Р9), затем следуют буквы и цифры, определяющие массовое содержание элементов. (например, сталь Р6М5) цифра 5 показывает долю молибдена в этой марке. Содержание хрома не указывают, т. к. оно составляет стабильно около 4% во всех быстрорежущих сталях и углерода, т. к. последнее всегда пропорционально содержанию ванадия. Следует заметить, что если содержание ванадия превышает 2,5%, буква Ф и цифра указывается (например, стали Р6М5Ф3).

Конструкционная низколегированная 09Г2С расшифровывается как сталь, углерода в которой около 0,09% и содержание легирующих компонентов марганца, кремния и других, составляет в сумме менее 2,5%.

Стали 10ХСНД и 15ХСНД отличаются разницей углерода, в таких сталях среднее содержание каждого элемента содержится менее 1% процента, поэтому цифры за буквой не ставятся.

Конструкционные легированные стали, такие как 20Х; 30Х; 40Х обозначают буквами и цифрами, в данном случае марка показывает содержание углерода и основного легирующего элемента хрома. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится.

30ХГСА хромокремнемарганцевая сталь, обладает большой прочностью и повышенным сопротивлением к ударным нагрузкам. В состав марки входит углерод 0,30%, кроме углерода содержит марганец, кремний и хром, примерно в равных долях по 0,8-1,1%

Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03% для каждого из этих элементов, поэтому в конце таких марок ставится буква А, что свидетельствует о дополнительных показателях качества марок, (например, 20ХН4ФА; 38ХН3МА). Также обозначаются и конструкционные рессорно-пружинные стали, такие как 60С2А, 65Г, где первые цифры показывают углерод в сотых долях процента. (0,60 и 0,65 соответственно).

Расшифровка сталей конструкционных подшипниковых, производится так, они обозначаются также, как и легированные, маркировка начинается с буквы Ш (например, ШХ4; ШХ15; ШХ15СГ). Цифра 15 говорит о содержании легирующего хрома, примерная доля которого равна 1,5%, в стали ШХ4 0,4% соответственно. Существует множество других марок, подробнее о наличии в них элементов и примесей можно узнать в нашем марочнике, для этого достаточно воспользоваться поиском.

Автоматные стали.

Автоматными называют стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием.

Эффективным металлургическим приемом повышения обрабатываемости резанием является введение в сталь серы, селена, теллура, кальция, которые изменяют состав неметаллических включений, а также свинца, который образует собственные включения.

Автоматные стали А12, А20 с повышенным содержанием серы и фосфора используются для изготовления малонагруженных деталей на станках автоматах (болты, винты, гайки, мелкие детали швейных, текстильных, счетных и других машин). Эти стали обладают улучшенной обрабатываемостью резанием, поверхность деталей получается чистой и ровной. Износостойкость может быть повышена цементацией и закалкой.

Стали А30 и А40Г предназначены для деталей, испытывающих более высокие нагрузки.

У автоматных сталей, содержащих свинец, (АС11, АС40), повышается стойкость инструмента в 1...3 раза и скорость резания на 25...50 %.

Легированные хромистые и хромоникелевые стали с присадкой свинца и кальция (АЦ45Г2, АСЦ30ХМ, АС20ХГНМ) используются для изготовления нагруженных деталей в автомобильной и тракторной промышленности.

Автоматные стали подвергают диффузионному отжигу при температуре 1100...1150°C, для устранения ликвации серы.

Химические элементы, входящие в состав марки стали принято обозначать буквами.

Например, буквой Х - обозначается хром, Н - никель, К - кобальт, М - молибден, В - вольфрам, Т - титан, Д - медь, Г - марганец, С - кремний,

Ф - ванадий, Р - бор, А - азот, Б - ниобий, Е - селен, Ц - цирконий, Ю - алюминий, Ч - показывает о наличии редкоземельных металлов.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Рассмотреть образцы сталей под микроскопом, определить вид стали, зарисуйте структуру в тетради.
3. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

№ образца	Марка стали	Структура металлической основы	Наличие цвета побежалости, синевы, желтизны и пр.	Характеристики (твердость, пластичность, прочность, сопротивление ударным нагрузкам)
Образец №1				
Образец №2				

Контрольные вопросы:

1. Назовите свойства сталей.
2. Опишите виды сталей.
3. Опишите маркировку сталей, что обозначают буквы и цифры в марке стали.
4. Какие марки сталей применяются для изготовления деталей в автомобилестроении? Приведите примеры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

Цель: изучить структуру и свойства сталей и чугунов.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, компьютеры, файл «Структура и свойства сталей и чугунов».

Теоретическая часть:

СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА С УГЛЕРОДОМ

Сплавы железа с углеродом являются основой так называемых черных сплавов — сталей и чугунов, которые служат важнейшими конструкционными материалами в технике. Структура и свойства любого сплава зависят прежде всего от свойств базового компонента и элементов-добавок, а также от характера их взаимодействия.

ЧУГУН

ЧУГУН - сплав, содержащий Fe+C, где $2,14 < C < 4,5\%$ и неизбежные примеси: Mn, S, P, Si.

Свойства чугунов: большая твердость, хрупкость, плохая обрабатываемость резанием, малая вязкость.

Виды:

- по назначению: предельный (для выплавки стали) и литейный (для производства чугунных отливок);
- по составу: обычный и легированный.
- по технологии производства: высокопрочный и ковкий.

Маркировка чугунов:

СЧ – серый чугун (литейный чугун + чугунный лом). Изготавливают: отливки деталей, трубы, сантехническое оборудование: СЧ10, СЧ30

ВЧ – высокопрочный чугун (СЧ +добавки лантана, магния): ВЧ38-17, ВЧ70-2 Свойства: повышенные мех.свойства. Изготавливают: валы двигателей, тяжело нагруженные детали машин.

КЧ – ковкий чугун (получают отжигом): КЧ37-12, КЧ45-6 Свойства: большая твердость, прочность, пластичность. Изготавливают: небольшие тонкостенные отливки, картеры а/м.

А – антифрикционные чугуны: АС4, АС4-2, АВЧ-1 (Основа: СЧ и ВЧ + добавки хрома, никеля, меди) Изготавливают: подшипники трения.

Обозначение марок различных групп чугуна:

- предельный чугун - П1, П2;
- предельный чугун для отливок - ПЛ1, ПЛ2;
- предельный фосфористый чугун - ПФ1, ПФ2, ПФ3;
- предельный высококачественный чугун ПВК1, ПВК2, ПВК3;
- чугун с пластинчатым графитом СЧ;

цифры, стоящие после букв "СЧ", обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм;

- антифрикционный чугун серый - АЧС;
- антифрикционный высокопрочный - АЧВ;
- антифрикционный ковкий - АЧК;
- чугун с шаровидным графитом для отливок ВЧ;

цифры после букв "ВЧ" означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм;

- чугун легированный со специальными свойствами Ч;

буквы после буквы "Ч" означают легирующие элементы: Х - хром, С - кремний, Г - марганец, Н - никель, Д - медь, М - молибден, Т - титан, П - фосфор, Ю - алюминий. Цифры после букв означают среднее содержание основных легирующих элементов в процентах. Буква "Ш" в конце марки чугуна указывает, что чугун имеет графит шаровидной формы.

- ковкий чугун КЧ;

цифры, стоящие после букв "КЧ", означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение в процентах.

Пример расшифровки: КЧ 45-14 - ковкий чугун, предел прочности при растяжении (45х10) 450 Н/мм², относительное удлинение - 14 %.

Маркировка сталей - принято буквенно-цифровое обозначение сталей

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали содержат повышенное количество серы и фосфора. Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 — это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.

Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.

Качественные углеродистые стали

Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.

Конструкционные нелегированные качественные стали (например, Ст.10; Сталь 20; Ст.30; Ст.45), обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали 0,10%; 0,20%; и т.д.

Конструкционные *качественные углеродистые стали* маркируются двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.

Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.

Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0,45 %.

Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.

Сталь У8, сталь У13.

Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %

Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.

Сталь У10А.

Стали инструментальные нелегированные, делят на качественные, обозначаемые буквой У и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, У7; У8; У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой А в конце наименования (например, У8А; У10А; У12А) или дополнительной буквой Г, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

Стали инструментальные легированные, обозначаются также как и конструкционные легированные. Возьмем такую марку как ХВГ, расшифровка этой марки показывает наличие в ней основных легирующих элементов: Хрома, Вольфрама, Марганца. Эта сталь отличается от 9ХВГ, повышенным содержанием в ней углерода, примерно 1%, поэтому цифра в начале марки не ставится.

Стали быстрорежущие расшифровываются следующим образом - такие марки имеют букву Р (с этого начинается обозначение стали), затем следует цифра, указывающая среднее содержание вольфрама (например, Р18; Р9), затем следуют буквы и цифры, определяющие массовое содержание элементов. (например, сталь Р6М5) цифра 5 показывает долю молибдена в этой марке. Содержание хрома не указывают, т. к. оно составляет стабильно около 4% во всех быстрорежущих сталях и углерода, т. к. последнее всегда пропорционально содержанию ванадия. Следует заметить, что если содержание ванадия превышает 2,5%, буква Ф и цифра указывается (например, стали Р6М5Ф3).

Конструкционная низколегированная 09Г2С расшифровывается как сталь, углерода в которой около 0,09% и содержание легирующих компонентов марганца, кремния и других, составляет в сумме менее 2,5%.

Стали 10ХСНД и 15ХСНД отличаются разницей углерода, в таких сталях среднее содержание каждого элемента содержится менее 1% процента, поэтому цифры за буквой не ставятся.

Конструкционные легированные стали, такие как 20Х; 30Х; 40Х обозначают буквами и цифрами, в данном случае марка показывает содержание углерода и основного легирующего элемента хрома. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится.

30ХГСА хромокремнемарганцевая сталь, обладает большой прочностью и повышенным сопротивлением к ударным нагрузкам. В состав марки входит углерод 0,30%, кроме углерода содержит марганец, кремний и хром, примерно в равных долях по 0,8-1,1%

Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03% для каждого из этих элементов, поэтому в конце таких марок ставится буква А, что свидетельствует о дополнительных показателях качества марок, (например, 20ХН4ФА; 38ХНЗМА). Также обозначаются и конструкционные рессорно-пружинные стали, такие как 60С2А, 65Г, где первые цифры показывают углерод в сотых долях процента. (0,60 и 0,65 соответственно).

Расшифровка сталей конструкционных подшипниковых, производится так, они обозначаются также, как и легированные, маркировка начинается с буквы Ш (например, ШХ4; ШХ15; ШХ15СГ). Цифра 15 говорит о содержании легирующего хрома, примерная доля которого равна 1,5%, в стали ШХ4 0,4% соответственно. Существует множество других марок, подробнее о наличии в них элементов и примесей можно узнать в нашем марочнике, для этого достаточно воспользоваться поиском.

Автоматные стали.

Автоматными называют стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием.

Эффективным металлургическим приемом повышения обрабатываемости резанием является введение в сталь серы, селена, теллура, кальция, которые изменяют состав неметаллических включений, а также свинца, который образует собственные включения.

Автоматные стали А12, А20 с повышенным содержанием серы и фосфора используются для изготовления малонагруженных деталей на станках автоматах (болты, винты, гайки, мелкие детали швейных, текстильных, счетных и других машин). Эти стали обладают улучшенной обрабатываемостью резанием, поверхность деталей получается чистой и ровной. Износостойкость может быть повышена цементацией и закалкой.

Стали А30 и А40Г предназначены для деталей, испытывающих более высокие нагрузки.

У автоматных сталей, содержащих свинец, (АС11, АС40), повышается стойкость инструмента в 1...3 раза и скорость резания на 25...50 %.

Легированные хромистые и хромоникелевые стали с присадкой свинца и кальция (АЦ45Г2, АСЦ30ХМ, АС20ХГНМ) используются для изготовления нагруженных деталей в автомобильной и тракторной промышленности.

Автоматные стали подвергают диффузионному отжигу при температуре 1100...1150°C, для устранения ликвации серы.

Химические элементы, входящие в состав марки стали принято обозначать буквами.

Например, буквой Х - обозначается хром, Н - никель, К - кобальт, М - молибден, В - вольфрам, Т - титан, Д - медь, Г - марганец, С - кремний,

Ф - ванадий, Р - бор, А - азот, Б - ниобий, Е - селен, Ц - цирконий, Ю - алюминий, Ч - показывает о наличии редкоземельных металлов.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Произведите сравнительный анализ образцов стали и чугуна, результаты запишите в тетрадь.
3. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

Марка металла	Структура металлической основы	Цвет металла	Характеристика (твердость, пластичность, хрупкость)	Расшифровка марки
Ст3пс				
Сталь 45				
СЧ30				
КЧ45-14				

Контрольные вопросы:

1. Чем чугун отличается от стали?
2. Укажите марку качественной стали
3. Что обозначают цифры в маркировке высокопрочных чугунов?
4. Какому содержанию углерода соответствует условная граница между сталью и чугуном?
5. К какой группе по назначению относится сталь 45?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

Цель: изучить структуру и свойства сталей и чугунов.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, образцы чугуна и стали, микроскоп.

Теоретическая часть:

СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА С УГЛЕРОДОМ

Сплавы железа с углеродом являются основой так называемых черных сплавов — сталей и чугунов, которые служат важнейшими конструкционными материалами в технике. Структура и свойства любого сплава зависят прежде всего от свойств базового компонента и элементов-добавок, а также от характера их взаимодействия.

ЧУГУН

ЧУГУН - сплав, содержащий Fe+C, где $2,14 < C < 4,5\%$ и неизбежные примеси: Mn, S, P, Si.

Свойства чугунов: большая твердость, хрупкость, плохая обрабатываемость резанием, малая вязкость.

Виды:

- по назначению: пердеальный (для выплавки стали) и литейный (для производства чугунных отливок);
- по составу: обычный и легированный.
- по технологии производства: высокопрочный и ковкий.

Маркировка чугунов:

СЧ — серый чугун (литейный чугун + чугунный лом). Изготавливают: отливки деталей, трубы, сантехническое оборудование: СЧ10, СЧ30

ВЧ — высокопрочный чугун (СЧ +добавки лантана, магния): ВЧ38-17, ВЧ70-2 Свойства: повышенные мех.свойства. Изготавливают: валы двигателей, тяжело нагруженные детали машин.

КЧ — ковкий чугун (получают отжигом): КЧ37-12, КЧ45-6 Свойства: большая твердость, прочность, пластичность. Изготавливают: небольшие тонкостенные отливки, картеры а/м.

А — антифрикционные чугуны: АС4, АС4-2, АВЧ-1 (Основа: СЧ и ВЧ + добавки хрома, никеля, меди) Изготавливают: подшипники трения.

Обозначение марок различных групп чугуна:

- предельный чугун - П1, П2;
- предельный чугун для отливок - ПЛ1, ПЛ2;
- предельный фосфористый чугун - ПФ1, ПФ2, ПФ3;
- предельный высококачественный чугун ПВК1, ПВК2, ПВК3;
- чугун с пластинчатым графитом СЧ;

цифры, стоящие после букв "СЧ", обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм;

- антифрикционный чугун серый - АЧС;

- антифрикционный высокопрочный - АЧВ;
- антифрикционный ковкий - АЧК;
- чугуны с шаровидным графитом для отливок ВЧ;

цифры после букв "ВЧ" означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм;

- чугуны легированные со специальными свойствами Ч;

буквы после буквы "Ч" означают легирующие элементы: Х - хром, С - кремний, Г - марганец, Н - никель, Д - медь, М - молибден, Т - титан, П - фосфор, Ю - алюминий. Цифры после букв означают среднее содержание основных легирующих элементов в процентах. Буква "Ш" в конце марки чугуна указывает, что чугун имеет графит шаровидной формы.

- ковкий чугун КЧ;

цифры, стоящие после букв "КЧ", означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение в процентах.

Пример расшифровки: КЧ 45-14 - ковкий чугун, предел прочности при растяжении (45х10) 450 Н/мм², относительное удлинение - 14 %.

Маркировка сталей - принято буквенно-цифровое обозначение сталей

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали содержат повышенное количество серы и фосфора. Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 - это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.

Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.

Качественные углеродистые стали

Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.

Конструкционные нелегированные качественные стали (например, Ст.10; Сталь 20; Ст.30; Ст.45), обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали 0,10%; 0,20%; и т.д.

Конструкционные *качественные углеродистые стали* Маркируются двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.

Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.

Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0,45 %.

Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.

Сталь У8, сталь У13.

Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %

Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.

Сталь У10А.

Стали инструментальные нелегированные, делят на качественные, обозначаемые буквой У и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, У7; У8; У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой А в конце наименования (например, У8А; У10А; У12А) или дополнительной буквой Г, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

Стали инструментальные легированные, обозначаются также как и конструкционные легированные. Возьмем такую марку как ХВГ, расшифровка этой марки показывает наличие в ней основных легирующих элементов: Хрома, Вольфрама, Марганца. Эта сталь отличается от 9ХВГ, повышенным содержанием в ней углерода, примерно 1%, поэтому цифра в начале марки не ставится.

Стали быстрорежущие расшифровываются следующим образом - такие марки имеют букву Р (с этого начинается обозначение стали), затем следует цифра, указывающая среднее содержание вольфрама (например, Р18; Р9), затем следуют буквы и цифры, определяющие массовое содержание элементов. (например, сталь Р6М5) цифра 5 показывает долю молибдена в этой марке. Содержание хрома не указывают, т. к. оно составляет стабильно около 4% во всех быстрорежущих сталях и углерода, т. к. последнее всегда пропорционально содержанию ванадия. Следует заметить, что если содержание ванадия превышает 2,5%, буква Ф и цифра указывается (например, стали Р6М5Ф3).

Конструкционная низколегированная 09Г2С расшифровывается как сталь, углерода в которой около 0,09% и содержание легирующих компонентов марганца, кремния и других, составляет в сумме менее 2,5%.

Стали 10ХСНД и 15ХСНД отличаются разницей углерода, в таких сталях среднее содержание каждого элемента содержится менее 1% процента, поэтому цифры за буквой не ставятся.

Конструкционные легированные стали, такие как 20Х; 30Х; 40Х обозначают буквами и цифрами, в данном случае марка показывает содержание углерода и основного легирующего элемента хрома. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако

при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится.

30ХГСА хромокремнемарганцевая сталь, обладает большой прочностью и повышенным сопротивлением к ударным нагрузкам. В состав марки входит углерод 0,30%, кроме углерода содержит марганец, кремний и хром, примерно в равных долях по 0,8-1,1%

Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03% для каждого из этих элементов, поэтому в конце таких марок ставится буква А, что свидетельствует о дополнительных показателях качества марок, (например, 20ХН4ФА; 38ХН3МА). Также обозначаются и конструкционные рессорно-пружинные стали, такие как 60С2А, 65Г, где первые цифры показывают углерод в сотых долях процента. (0,60 и 0,65 соответственно).

Расшифровка сталей конструкционных подшипниковых, производится так, они обозначаются также, как и легированные, маркировка начинается с буквы Ш (например, ШХ4; ШХ15; ШХ15СГ). Цифра 15 говорит о содержании легирующего хрома, примерная доля которого равна 1,5%, в стали ШХ4 0,4% соответственно. Существует множество других марок, подробнее о наличии в них элементов и примесей можно узнать в нашем марочнике, для этого достаточно воспользоваться поиском.

Автоматные стали.

Автоматными называют стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием.

Эффективным металлургическим приемом повышения обрабатываемости резанием является введение в сталь серы, селена, теллура, кальция, которые изменяют состав неметаллических включений, а также свинца, который образует собственные включения.

Автоматные стали А12, А20 с повышенным содержанием серы и фосфора используются для изготовления малонагруженных деталей на станках автоматах (болты, винты, гайки, мелкие детали швейных, текстильных, счетных и других машин). Эти стали обладают улучшенной обрабатываемостью резанием, поверхность деталей получается чистой и ровной. Износостойкость может быть повышена цементацией и закалкой.

Стали А30 и А40Г предназначены для деталей, испытывающих более высокие нагрузки.

У автоматных сталей, содержащих свинец, (АС11, АС40), повышается стойкость инструмента в 1...3 раза и скорость резания на 25...50 %.

Легированные хромистые и хромоникелевые стали с присадкой свинца и кальция (АЦ45Г2, АСЦ30ХМ, АС20ХГНМ) используются для изготовления нагруженных деталей в автомобильной и тракторной промышленности.

Автоматные стали подвергают диффузионному отжигу при температуре 1100...1150°С, для устранения ликвации серы.

Химические элементы, входящие в состав марки стали принято обозначать буквами.

Например, буквой Х - обозначается хром, Н никель, К - кобальт, М - молибден, В - вольфрам, Т - титан, Д - медь, Г - марганец, С - кремний, Ф - ванадий, Р - бор, А - азот, Б - ниобий, Е - селен, Ц - цирконий, Ю - алюминий, Ч - показывает о наличии редкоземельных металлов.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть.
2. Рассмотреть образцы металла под микроскопом, определить вид металла, зарисовать структуру в тетради.
3. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

№ образца	Марка стали или чугуна	Структура металлической основы	Наличие цвета побежалости, синевы, желтизны и пр.	Характеристики (твердость, пластичность, прочность, сопротивление ударным нагрузкам)
Образец №1				
Образец №2				

Контрольные вопросы:

1. Сколько углерода может максимально содержать сталь?
2. Какие детали изготавливают из серого чугуна?
3. Какие детали изготавливают из углеродистых сталей?
4. Укажите максимальную прочность при растяжении (МПа) модифицированных чугунов.
5. Сколько углерода содержат пружинно-рессорные стали?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ МЕДИ

Цель: изучить свойства меди.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, компьютеры, файл «Структура и свойства цветных металлов и сплавов».

Теоретическая часть:

Медь и ее сплавы

Медь имеет гранецентрированную кубическую решетку. Плотность меди 8,94 г/см³, температура плавления 1083°C.

Характерным свойством меди является ее высокая электропроводность, поэтому она находит широкое применение в электротехнике. Технически чистая медь маркируется: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М2, М3 и М4 (99 % Cu).

Механические свойства меди относительно низкие: предел прочности составляет 150...200 МПа, относительное удлинение – 15...25 %. Поэтому в качестве конструкционного материала медь применяется редко. Повышение механических свойств достигается созданием различных сплавов на основе меди.

Различают две группы медных сплавов: *латуни* – сплавы меди с цинком, *бронзы* – сплавы меди с другими (кроме цинка) элементами.

Латуни

Латуни могут иметь в своем составе до 45 % цинка. Повышение содержания цинка до 45 % приводит к увеличению предела прочности до 450 МПа. Максимальная пластичность имеет место при содержании цинка около 37 %.

По способу изготовления изделий различают латуни деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни маркируются буквой Л, за которой следует число, показывающее содержание меди в процентах, например в латуни Л62 содержится 62 % меди и 38 % цинка. Если кроме меди и цинка, имеются другие элементы, то ставятся их начальные буквы (О – олово, С – свинец, Ж – железо, Ф – фосфор, Мц – марганец, А – алюминий, Ц – цинк). Количество этих элементов обозначается соответствующими цифрами после числа, показывающего содержание меди, например, сплав ЛАЖ60-1-1 содержит 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа и 38 % цинка.

Однофазные α - латуни используются для изготовления деталей деформированием в холодном состоянии. Изготавливают ленты, гильзы патронов, радиаторные трубки, проволоку.

Для изготовления деталей деформированием при температуре выше 500°С используют латуни. Из двухфазных латуней изготавливают листы, прутки и другие заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Обрабатываемость резанием улучшается присадкой в состав латуни свинца, например, латунь марки ЛС59-1, которую называют «автоматной латунью».

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую можно повысить дополнительно присадкой олова. Латунь ЛО70-1 стойка против коррозии в морской воде и называется «морской латунью».

Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Литейные латуни также маркируются буквой Л, После буквенного обозначения основного легирующего элемента (цинк) и каждого последующего ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 содержит 23 % цинка, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца. Наилучшей жидкотекучестью обладает латунь марки ЛЦ16К4. К литейным латуням относятся латуни типа ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц.

Литейные латуни не склонны к ликвации, имеют сосредоточенную усадку, отливки получаются с высокой плотностью.

Латуни являются хорошим материалом для конструкций, работающих при отрицательных температурах.

Бронзы

Сплавы меди с другими элементами кроме цинка называются *бронзами*.

Бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

При маркировке **деформируемых** бронз на первом месте ставятся буквы Бр, затем буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры, показывающие содержание компонентов в сплаве. Например, марка БрОФ10-1 означает, что в бронзу входит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.

Маркировка **литейных** бронз также начинается с букв Бр, затем указываются буквенные обозначения легирующих элементов и ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, бронза БрОЗЦ12С5 содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь.

Оловянные бронзы. При сплавлении меди с оловом образуются твердые растворы. Эти сплавы очень склонны к ликвации из-за большого температурного интервала кристаллизации. Благодаря ликвации сплавы с содержанием олова выше 5 % имеют в структуре эвтектоидную составляющую $\mathcal{E}(\alpha + \delta)$, состоящую из мягкой и твердой фаз. Такое строение является благоприятным для деталей типа подшипников скольжения: мягкая фаза обеспечивает хорошую прирабатываемость, твердые частицы создают износостойкость. Поэтому оловянные бронзы являются хорошими антифрикционными материалами.

Оловянные бронзы имеют низкую объемную усадку (около 0,8 %), поэтому используются в художественном литье.

Наличие фосфора обеспечивает хорошую жидкотекучесть.

Оловянные бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

В *деформируемых бронзах* содержание олова не должно превышать 6 %, для обеспечения необходимой пластичности, БрОФ6,5-0,15.

В зависимости от состава деформируемые бронзы отличаются высокими механическими, антикоррозионными, антифрикционными и упругими свойствами, и используются в различных отраслях промышленности. Из этих сплавов изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку.

Литейные оловянные бронзы, БрОЗЦ7С5Н1, БрО4Ц4С17, применяются для изготовления пароводяной арматуры и для отливок антифрикционных деталей типа втулок, венцов червячных колес, вкладышей подшипников.

Алюминиевые бронзы, БрАЖ9-4, БрАЖ9-4Л, БрАЖН10-4-4.

Бронзы с содержанием алюминия до 9,4 % имеют однофазное строение α – твердого раствора. При содержании алюминия 9,4...15,6 % сплавы системы медь – алюминий двухфазные и состоят из α – и γ – фаз.

Оптимальными свойствами обладают алюминиевые бронзы, содержащие 5...8 % алюминия. Увеличение содержания алюминия до 10...11 % вследствие появления λ – фазы ведет к резкому повышению прочности и сильному снижению пластичности. Дополнительное повышение прочности для сплавов с содержанием алюминия 8...9,5 % можно достичь закалкой.

Положительные особенности алюминиевых бронз по сравнению с оловянными:

- меньшая склонность к внутрикристаллической ликвации;
- большая плотность отливок;
- более высокая прочность и жаропрочность;
- меньшая склонность к хладоломкости.

Основные недостатки алюминиевых бронз:

- значительная усадка;
- склонность к образованию столбчатых кристаллов при кристаллизации и росту зерна при нагреве, что охрупчивает сплав;
- сильное газопоглощение жидкого расплава;
- самоотпуск при медленном охлаждении;
- недостаточная коррозионная стойкость в перегретом паре.

Для устранения этих недостатков сплавы дополнительно легируют марганцем, железом, никелем, свинцом.

Из алюминиевых бронз изготавливают относительно мелкие, но высокоответственные детали типа шестерен, втулок, фланцев литьем и обработкой давлением. Из бронзы БрА5 штамповкой изготавливают медали и мелкую разменную монету.

Кремнистые бронзы, БрКМцЗ-1, БрК4, применяют как заменители оловянных бронз. Они немагнитны и морозостойки, превосходят оловянные бронзы по коррозионной стойкости и механическим свойствам, имеют высокие упругие свойства. Сплавы хорошо свариваются и подвергаются пайке. Благодаря высокой устойчивости к щелочным средам и сухим газам, их используют для производства сточных труб, газо- и дымопроводов.

Свинцовые бронзы, БрС30, используют как высококачественный антифрикционный материал. По сравнению с оловянными бронзами имеют более низкие механические и технологические свойства.

Бериллиевые бронзы, БрБ2, являются высококачественным пружинным материалом. Растворимость бериллия в меди с понижением температуры значительно уменьшается. Это явление используют для получения высоких упругих и прочностных свойств изделий методом дисперсионного твердения. Готовые изделия из бериллиевых бронз подвергают закалке от 800°C, благодаря чему фиксируется при комнатной температуре пересыщенный твердый раствор бериллия в меди. Затем проводят искусственное старение при температуре 300...350°C. При этом происходит выделение дисперсных частиц, возрастают прочность и упругость. После старения предел прочности достигает 1100...1200 МПа.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

Марка	Виды	Свойства механические	Магнетизм	морозостойкость	Применение
Медь					
Латунь					
Бронза					

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику меди (плотность, температура плавления и др.)
2. Как маркируется технически чистая медь и где она применяется?
3. На какие группы делятся медные сплавы?
4. Дайте характеристику латуни.
5. На какие виды делятся латуни, приведите пример обозначения?
6. Дайте характеристику бронзы.
7. На какие виды делятся бронзы, приведите пример обозначения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ МЕДИ

Цель: изучить свойства меди.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, образцы меди.

Теоретическая часть:

Медь и ее сплавы

Медь имеет гранецентрированную кубическую решетку. Плотность меди $8,94 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1083°C .

Характерным свойством меди является ее высокая электропроводность, поэтому она находит широкое применение в электротехнике. Технически чистая медь маркируется: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М2, М3 и М4 (99 % Cu).

Механические свойства меди относительно низкие: предел прочности составляет 150...200 МПа, относительное удлинение – 15...25 %. Поэтому в качестве конструкционного материала медь применяется редко. Повышение механических свойств достигается созданием различных сплавов на основе меди.

Различают две группы медных сплавов: *латуни* – сплавы меди с цинком, *бронзы* – сплавы меди с другими (кроме цинка) элементами.

Латуни

Латуни могут иметь в своем составе до 45 % цинка. Повышение содержания цинка до 45 % приводит к увеличению предела прочности до 450 МПа. Максимальная пластичность имеет место при содержании цинка около 37 %.

По способу изготовления изделий различают латуни деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни маркируются буквой Л, за которой следует число, показывающее содержание меди в процентах, например в латуни Л62 содержится 62 % меди и 38 % цинка. Если кроме меди и цинка, имеются другие элементы, то ставятся их начальные буквы (О – олово, С – свинец, Ж – железо, Ф – фосфор, Мц – марганец, А – алюминий, Ц – цинк). Количество этих элементов обозначается соответствующими цифрами после числа, показывающего содержание меди, например, сплав ЛАЖ60-1-1 содержит 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа и 38 % цинка.

Однофазные α - латуни используются для изготовления деталей деформированием в холодном состоянии. Изготавливают ленты, гильзы патронов, радиаторные трубки, проволоку.

Для изготовления деталей деформированием при температуре выше 500°С используют латуни. Из двухфазных латуней изготавливают листы, прутки и другие заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Обрабатываемость резанием улучшается присадкой в состав латуни свинца, например, латунь марки ЛС59-1, которую называют «автоматной латунью».

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую можно повысить дополнительно присадкой олова. Латунь ЛО70-1 стойка против коррозии в морской воде и называется «морской латунью».

Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Литейные латуни также маркируются буквой Л. После буквенного обозначения основного легирующего элемента (цинк) и каждого последующего ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 содержит 23 % цинка, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца. Наилучшей жидкотекучестью обладает латунь марки ЛЦ16К4. К литейным латуням относятся латуни типа ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц. Литейные латуни не склонны к ликвации, имеют сосредоточенную усадку, отливки получаются с высокой плотностью.

Латуни являются хорошим материалом для конструкций, работающих при отрицательных температурах.

Бронзы

Сплавы меди с другими элементами кроме цинка называются *бронзами*.

Бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

При маркировке **деформируемых** бронз на первом месте ставятся буквы Бр, затем буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры, показывающие содержание компонентов в сплаве. Например, марка БрОФ10-1 означает, что в бронзу входит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.

Маркировка **литейных** бронз также начинается с букв Бр, затем указываются буквенные обозначения легирующих элементов и ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, бронза БрОЗЦ12С5 содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь.

Оловянные бронзы. При сплавлении меди с оловом образуются твердые растворы. Эти сплавы очень склонны к ликвации из-за большого температурного интервала кристаллизации. Благодаря ликвации сплавы с содержанием олова выше 5 % имеют в структуре эвтектоидную составляющую Э($\alpha + \delta$), состоящую из мягкой и твердой фаз. Такое строение является благоприятным для деталей типа подшипников скольжения: мягкая фаза обеспечивает хорошую прирабатываемость, твердые частицы создают износостойкость. Поэтому оловянные бронзы являются хорошими антифрикционными материалами.

Оловянные бронзы имеют низкую объемную усадку (около 0,8 %), поэтому используются в художественном литье.

Наличие фосфора обеспечивает хорошую жидкотекучесть.

Оловянные бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

В *деформируемых бронзах* содержание олова не должно превышать 6 %, для обеспечения необходимой пластичности, БрОФ6,5-0,15.

В зависимости от состава деформируемые бронзы отличаются высокими механическими, антикоррозионными, антифрикционными и упругими свойствами, и используются в различных отраслях промышленности. Из этих сплавов изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку.

Литейные оловянные бронзы, БрОЗЦ7С5Н1, БрО4Ц4С17, применяются для изготовления пароводяной арматуры и для отливок антифрикционных деталей типа втулок, венцов червячных колес, вкладышей подшипников.

Алюминиевые бронзы, БрАЖ9-4, БрАЖ9-4Л, БрАЖН10-4-4.

Бронзы с содержанием алюминия до 9,4 % имеют однофазное строение α – твердого раствора. При содержании алюминия 9,4...15,6 % сплавы системы медь – алюминий двухфазные и состоят из α – и γ – фаз.

Оптимальными свойствами обладают алюминиевые бронзы, содержащие 5...8 % алюминия. Увеличение содержания алюминия до 10...11 % вследствие появления λ – фазы ведет к резкому повышению прочности и сильному снижению пластичности. Дополнительное повышение прочности для сплавов с содержанием алюминия 8...9,5 % можно достичь закалкой.

Положительные особенности алюминиевых бронз по сравнению с оловянными:

- меньшая склонность к внутрикристаллической ликвации;

- большая плотность отливок;
- более высокая прочность и жаропрочность;
- меньшая склонность к хладоломкости.

Основные недостатки алюминиевых бронз:

- значительная усадка;
- склонность к образованию столбчатых кристаллов при кристаллизации и росту зерна при нагреве, что охрупчивает сплав;
- сильное газопоглощение жидкого расплава;
- самоотпуск при медленном охлаждении;
- недостаточная коррозионная стойкость в перегретом паре.

Для устранения этих недостатков сплавы дополнительно легируют марганцем, железом, никелем, свинцом.

Из алюминиевых бронз изготавливают относительно мелкие, но высокоответственные детали типа шестерен, втулок, фланцев литьем и обработкой давлением. Из бронзы БрА5 штамповкой изготавливают медали и мелкую разменную монету.

Кремнистые бронзы, БрКМц3-1, БрК4, применяют как заменители оловянных бронз. Они немагнитны и морозостойки, превосходят оловянные бронзы по коррозионной стойкости и механическим свойствам, имеют высокие упругие свойства. Сплавы хорошо свариваются и подвергаются пайке. Благодаря высокой устойчивости к щелочным средам и сухим газам, их используют для производства сточных труб, газо- и дымопроводов.

Свинцовые бронзы, БрС30, используют как высококачественный антифрикционный материал. По сравнению с оловянными бронзами имеют более низкие механические и технологические свойства.

Бериллиевые бронзы, БрБ2, являются высококачественным пружинным материалом. Растворимость бериллия в меди с понижением температуры значительно уменьшается. Это явление используют для получения высоких упругих и прочностных свойств изделий методом дисперсионного твердения. Готовые изделия из бериллиевых бронз подвергают закалке от 800°C, благодаря чему фиксируется при комнатной температуре пересыщенный твердый раствор бериллия в меди. Затем проводят искусственное старение при температуре 300...350°C. При этом происходит выделение дисперсных частиц, возрастают прочность и упругость. После старения предел прочности достигает 1100...1200 МПа.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Рассмотреть образцы меди под микроскопом, зарисовать структуру.
3. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица

	Марка	Твердость	Пластичность	Сопrotивляемость ударным нагрузкам	Структура металлической основы
Образец №1					
Образец №2					

4. Расшифруйте марки МОО, М2, БрОФ10-1, ЛК80-3.

Контрольные вопросы:

- 1) Чем характерны оловянные бронзы?
- 2) Чем характерны алюминиевые бронзы?
- 3) Назовите положительные особенности алюминиевых бронз по сравнению с оловянными.
- 4) Чем характерны кремнистые бронзы?
- 5) Чем характерны свинцовые бронзы?
- 6) Чем характерны бериллиевые бронзы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЯ

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, компьютеры, файл «Структура и свойства цветных металлов и сплавов».

Теоретическая часть:

Алюминий и его сплавы

Алюминий – легкий металл с плотностью $2,7 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 660°C . Имеет гранецентрированную кубическую решетку. Обладает высокой тепло- и электропроводностью. Химически активен, но образующаяся плотная пленка оксида алюминия Al_2O_3 , предохраняет его от коррозии.

Механические свойства: предел прочности 150 МПа, относительное удлинение 50 %, модуль упругости 7000 МПа.

Алюминий высокой чистоты маркируется *A99* (99,999 % Al), *A8*, *A7*, *A6*, *A5*, *A0* (содержание алюминия от 99,85 % до 99 %).

Технический алюминий хорошо сваривается, имеет высокую пластичность. Из него изготавливают строительные конструкции, малонагруженные детали машин, используют в качестве электротехнического материала для кабелей, проводов.

Алюминиевые сплавы

Принцип маркировки алюминиевых сплавов. В начале указывается тип сплава: Д – сплавы типа дюралюминов; А – технический алюминий; АК –

ковкие алюминиевые сплавы; В – высокопрочные сплавы; АЛ – литейные сплавы.

Далее указывается условный номер сплава. За условным номером следует обозначение, характеризующее состояние сплава: М – мягкий (отожженный); Т – термически обработанный (закалка плюс старение); Н – нагартованный; П – полунагартованный

По технологическим свойствам сплавы подразделяются на три группы:

- деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой;
- деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой;
- литейные сплавы.

Методами порошковой металлургии изготавливают спеченные алюминиевые сплавы (САС) испеченные алюминиевые порошковые сплавы (САП).

Деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой.

Прочность алюминия можно повысить легированием. В сплавы, не упрочняемые термической обработкой, вводят марганец или магний. Атомы этих элементов существенно повышают его прочность, снижая пластичность. Обозначаются сплавы: с марганцем – АМц, с магнием – АМг; после обозначения элемента указывается его содержание (АМгЗ).

Магний действует только как упрочнитель, марганец упрочняет и повышает коррозионную стойкость.

Прочность сплавов повышается только в результате деформации в холодном состоянии. Чем больше степень деформации, тем значительно растет прочность и снижается пластичность. В зависимости от степени упрочнения различают сплавы нагартованные и полунагартованные (АМгЗП).

Эти сплавы применяют для изготовления различных сварных емкостей для горючего, азотной и других кислот, мало- и средненагруженных конструкций.

Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой.

К таким сплавам относятся дюралюмины (сложные сплавы систем алюминий – медь – магний или алюминий – медь – магний – цинк). Они имеют пониженную коррозионную стойкость, для повышения которой вводится марганец.

Дюралюмины обычно подвергаются закалке с температуры 500°С и естественному старению, которому предшествует двух-, трехчасовой инкубационный период. Максимальная прочность достигается через 4...5 суток.

Широкое применение дюралюмины находят в авиастроении, автомобилестроении, строительстве.

Высокопрочными стареющими сплавами являются сплавы, которые кроме меди и магния содержат цинк. Сплавы В95, В96 имеют предел прочности около 650 МПа. Основной потребитель – авиастроение (обшивка, стрингеры, лонжероны).

Ковочные алюминиевые сплавы. АК:, АК8 применяются для изготовления поковок. Поковки изготавливаются при температуре 380...450°C, подвергаются закалке от температуры 500...560°C и старению при 150...165°C в течение 6...15 часов.

В состав алюминиевых сплавов дополнительно вводят никель, железо, титан, которые повышают температуру рекристаллизации и жаропрочность до 300°C.

Изготавливают поршни, лопатки и диски осевых компрессоров, турбореактивных двигателей.

Литейные алюминиевые сплавы.

К литейным сплавам относятся сплавы системы алюминий – кремний (силумины), содержащие 10...13 % кремния.

Присадка к силуминам магния, меди содействует эффекту упрочнения литейных сплавов при старении. Титан и цирконий измельчают зерно. Марганец повышает антикоррозионные свойства. Никель и железо повышают жаропрочность.

Литейные сплавы маркируются от АЛ2 до АЛ20. Силумины широко применяют для изготовления литых деталей приборов и других средне- и малонагруженных деталей, в том числе тонкостенных отливок сложной формы.

Маркировка алюминия и алюминиевых сплавов

Алюминий отличают низкая плотность, высокие тепло- и электропроводность, хорошая коррозионная стойкость во многих средах за счет образования на поверхности металла плотной оксидной пленки Al_2O_3 . Алюминий высокопластичен и легко обрабатывается давлением, однако при обработке резанием возникают осложнения, одной из причин которых является налипание металла на инструмент.

Основные легирующие элементы в алюминиевых сплавах. Cu, Zn, Mg, Ni, Fe, Mn – элементы, формирующие упрочняющие зоны и фазы. Марганец одновременно повышает коррозионную стойкость. Кремний является основным легирующим элементом в ряде литейных алюминиевых сплавов (силуминов), поскольку он участвует в образовании эвтектики.

Ni, Ti, Cr, Fe повышают жаропрочность сплавов, затормаживая процессы диффузии и образуя стабильные сложнолегированные упрочняющие фазы. Литий в сплавах способствует возрастанию их модуля упругости. Вместе с тем магний и марганец снижают тепло- и электропроводность алюминия, а железо – его коррозионную стойкость.

Таблица 9.1

Маркировка алюминиевых сплавов

Принцип классификации	Сплав	
	Название	Обозначение
По химическому составу	–	АМг, АМц
По названию сплава	Дуралюмин	Д1, Д6
По технологическому назначению	Ковочный	АК6, АК8
По свойствам	Высокопрочный	В95, В96
По методу получения полуфабрикатов и изделий	Спеченный	САП, САС,
	Литейный	АЛ2
По виду полуфабрикатов	Проволочный	Амг5П

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица 9.2

Марка	Виды	Свойства механические	Магнетизм	Морозостойкость	Применение

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику алюминию (плотность, температура плавления и др.)
2. Как маркируется алюминий высокой чистоты?
3. Как маркируются алюминиевые сплавы?
4. На какие группы подразделяются алюминиевые сплавы по технологическим свойствам?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЯ

Цель: изучить свойства алюминия и его сплавов.

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, образцы алюминия, микроскоп.

Теоретическая часть:**Алюминий и его сплавы**

Алюминий – легкий металл с плотностью $2,7 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 660°C . Имеет гранецентрированную кубическую решетку. Обладает высокой тепло- и электропроводностью. Химически активен, но образующаяся плотная пленка оксида алюминия Al_2O_3 , предохраняет его от коррозии.

Механические свойства: предел прочности 150 МПа, относительное удлинение 50 %, модуль упругости 7000 МПа.

Алюминий высокой чистоты маркируется А99 (99,999 % Al), А8, А7, А6, А5, А0 (содержание алюминия от 99,85 % до 99 %).

Технический алюминий хорошо сваривается, имеет высокую пластичность. Из него изготавливают строительные конструкции, малонагруженные детали машин, используют в качестве электротехнического материала для кабелей, проводов.

Алюминиевые сплавы

Принцип маркировки алюминиевых сплавов. В начале указывается тип сплава: Д – сплавы типа дюралюминов; А – технический алюминий; АК – ковкие алюминиевые сплавы; В – высокопрочные сплавы; АЛ – литейные сплавы.

Далее указывается условный номер сплава. За условным номером следует обозначение, характеризующее состояние сплава: М – мягкий (отожженный); Т – термически обработанный (закалка плюс старение); Н – нагартованный; П – полунагартованный

По технологическим свойствам сплавы подразделяются на три группы:

- деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой;
- деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой;
- литейные сплавы.

Методами порошковой металлургии изготавливают спеченные алюминиевые сплавы (САС) испеченные алюминиевые порошковые сплавы (САП).

Деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой.

Прочность алюминия можно повысить легированием. В сплавы, не упрочняемые термической обработкой, вводят марганец или магний. Атомы этих элементов существенно повышают его прочность, снижая пластичность. Обозначаются сплавы: с марганцем – АМц, с магнием – АМг; после обозначения элемента указывается его содержание (АМгЗ).

Магний действует только как упрочнитель, марганец упрочняет и повышает коррозионную стойкость.

Прочность сплавов повышается только в результате деформации в холодном состоянии. Чем больше степень деформации, тем значительно растет прочность и снижается пластичность. В зависимости от степени упрочнения различают сплавы нагартованные и полунагартованные (АМгЗП).

Эти сплавы применяют для изготовления различных сварных емкостей для горючего, азотной и других кислот, мало- и средненагруженных конструкций.

Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой.

К таким сплавам относятся дюралюмины(сложные сплавы систем алюминий – медь – магний или алюминий – медь – магний – цинк). Они имеют пониженную коррозионную стойкость, для повышения которой вводится марганец.

Дюралюмины обычно подвергаются закалке с температуры 500°С и естественному старению, которому предшествует двух-, трехчасовой

инкубационный период. Максимальная прочность достигается через 4...5 суток.

Широкое применение дюралюмины находят в авиастроении, автомобилестроении, строительстве.

Высокопрочными стареющими сплавами являются сплавы, которые кроме меди и магния содержат цинк. Сплавы В95, В96 имеют предел прочности около 650 МПа. Основной потребитель – авиастроение (обшивка, стрингеры, лонжероны).

Ковочные алюминиевые сплавы. АК:, АК8 применяются для изготовления поковок. Поковки изготавливаются при температуре 380...450°C, подвергаются закалке от температуры 500...560°C и старению при 150...165°C в течение 6...15 часов.

В состав алюминиевых сплавов дополнительно вводят никель, железо, титан, которые повышают температуру рекристаллизации и жаропрочность до 300°C.

Изготавливают поршни, лопадки и диски осевых компрессоров, турбореактивных двигателей.

Литейные алюминиевые сплавы.

К литейным сплавам относятся сплавы системы алюминий – кремний (силумины), содержащие 10...13 % кремния.

Присадка к силуминам магния, меди содействует эффекту упрочнения литейных сплавов при старении. Титан и цирконий измельчают зерно. Марганец повышает антикоррозионные свойства. Никель и железо повышают жаропрочность.

Литейные сплавы маркируются от АЛ2 до АЛ20. Силумины широко применяют для изготовления литых деталей приборов и других средне- и малонагруженных деталей, в том числе тонкостенных отливок сложной формы.

Маркировка алюминия и алюминиевых сплавов

Алюминий отличают низкая плотность, высокие тепло- и электропроводность, хорошая коррозионная стойкость во многих средах за счет образования на поверхности металла плотной оксидной пленки Al_2O_3 . Алюминий высокопластичен и легко обрабатывается давлением, однако при обработке резанием возникают осложнения, одной из причин которых является налипание металла на инструмент.

Основные легирующие элементы в алюминиевых сплавах. Cu, Zn, Mg, Ni, Fe, Mn – элементы, формирующие упрочняющие зоны и фазы. Марганец одновременно повышает коррозионную стойкость. Кремний является основным легирующим элементом в ряде литейных алюминиевых сплавов (силуминов), поскольку он участвует в образовании эвтектики.

Ni, Ti, Cr, Fe повышают жаропрочность сплавов, затормаживая процессы диффузии и образуя стабильные сложнолегированные упрочняющие фазы. Литий в сплавах способствует возрастанию их модуля упругости. Вместе с тем

магний и марганец снижают тепло- и электропроводность алюминия, а железо – его коррозионную стойкость.

Таблица 10.1

Маркировка алюминиевых сплавов

Принцип классификации	Сплав	
	Название	Обозначение
По химическому составу	–	АМг, АМц
По названию сплава	Дуралюмин	Д1, Д6
По технологическому назначению	Ковочный	АК6, АК8
По свойствам	Высокопрочный	В95, В96
По методу получения полуфабрикатов и изделий	Спеченный	САП, САС,
	Литейный	АЛ2
По виду полуфабрикатов	Проволочный	Амг5П

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Рассмотреть образцы сплава алюминия под микроскопом, зарисовать структуру.
3. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Таблица 10.2

	Марка	Твердость	Пластичность	Сопrotивляемость ударным нагрузкам	Структура металлической основы
Образец №1					
Образец №2					

Расшифруйте марки сплавов алюминия: Д6, АК6, САС, АЛ2.

Контрольные вопросы:

1. Какие элементы входят в сплавы алюминия, не упрочняемые термической обработкой? Как обозначаются такие сплавы? Приведите примеры.
2. Какие сплавы называются дуралюминами, дайте им характеристику.
3. Какие элементы содержат высокопрочные стареющие сплавы, как они обозначаются, приведите пример.
4. Дайте характеристику ковочным алюминиевым сплавам, как они обозначаются, приведите пример.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириллова, И. К. Материаловедение : учебное пособие для СПО / И. К. Кириллова, А. Я. Мельникова, В. В. Райский. — Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 127 с. — ISBN 978-5-4488-0145-7, 978-5-4486-0739-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/73753.html>
2. Алексеев, В. С. Материаловедение : учебное пособие для СПО / В. С. Алексеев. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1894-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87077.html>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЧУГУНА.....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЧУГУНА.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ.....	9
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ.....	12
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ.....	16
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ.....	21
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ МЕДИ.....	25
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ МЕДИ.....	29
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЯ.....	33
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЯ.....	36
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	40

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-10
для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции,
процессов и услуг (по отраслям)» на базе основного общего образования всех
форм обучения

Составитель
Юрьева Валентина Александровна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 27.12.2021.
Уч.-изд. л. 2,5.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84