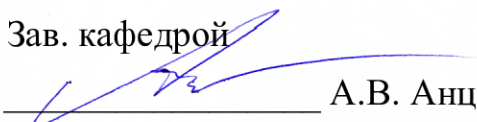


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»
Политехнический институт
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры
«Машиностроение и материаловедение»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Зав. кафедрой


_____ А.В. Анцев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Металловедение и термическая обработка металлов (спецглавы)»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
22.04.02. Металлургия

с направленностью (профилем)
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Форма обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 220402-01-22

Тула 2023 год

Разработчик методических указаний

Тихонова Ирина Васильевна, доцент, канд.техн.наук, доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



	Содержание	Стр.
Введение	4
Классификация и маркировка чугунов	5
Классификация и маркировка углеродистых сталей	9
Классификация и маркировка легированных сталей	13
Классификация и маркировка цветных металлов и сплавов	18

Введение

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Среди всех материалов, используемых в народном хозяйстве, металлические - самые распространенные. Металл - основа тяжелой промышленности. Без него немыслимо ускорение технического прогресса, развитие всех отраслей народного хозяйства.

Металлические материалы подразделяются на черные - железо и сплавы на его основе - и цветные, к которым относят все остальные металлы и сплавы. Наибольшее распространение получили черные металлы - сталь и чугун. Эти универсальные материалы обладают не только хорошим комплексом механических свойств, но и относительно небольшой стоимостью. Цветные металлы значительно дороже черных, и когда это возможно, их заменяют черными металлами, пластмассами и другими более дешевыми материалами. Однако различные цветные металлы имеют ценные свойства, которые в ряде случаев делают их применение в технике неизбежным.

Марки и химический состав чистых металлов и сплавов на их основе определяются соответствующими государственными и межгосударственными стандартами. В настоящее время металлические материалы, применяемые в отечественной технике, не имеют единого принципа стандартного обозначения, даже в пределах одного класса материалов. Однако система стандартов постоянно совершенствуется в направлении унификации обозначения марок металлических сплавов.

В настоящих методических указаниях приведены классификация и обозначение марок черных и цветных металлов и сплавов, наиболее распространенных в современной технике, по состоянию на 01.07.2012 г.

**Методические указания
к практическому занятию № 1**

Классификация и маркировка чугунов

(2 часа)

по дисциплине

Металловедение и термическая обработка металлов (спецглавы)

Уровень профессионального образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки: 22.04.02 Metallurgy

Профиль подготовки: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Квалификация выпускника: - магистр

Форма обучения: очная

Тула 2020 г.

1. Цель работы:

- ознакомиться с классификацией, назначением и маркировкой чугунов.

2. Краткие теоретические сведения

Чугунами называются сплавы системы Fe-C, содержащие в структуре эвтектику (или эвтектики). В этой системе границей, разделяющей стали и чугуны, является содержание углерода, равное приблизительно 2 %.

Чугуны, содержащие около 4,3 %C, называются эвтектическими, менее 4,3 %C - доэвтектическими, более 4,3 %C - заэвтектическими.

По назначению чугуны подразделяются на:

- переплавочные, предназначенные для дальнейшего передела в сталь или переплавки в чугунолитейных цехах при производстве отливок;
- литейные, предназначенные для производства отливок.

Согласно ГОСТ 4832-95 "Чугун литейный. Технические условия" литейный чугун поставляется потребителю в чушках массой от 18 до 45 кг. В зависимости от массовой доли кремния и назначения литейный чугун изготавливают: марок Л1...Л6 и марок ЛР1...ЛР7 (буква Р означает рафинированный магнием). Чем выше номер марки, тем ниже содержание кремния в литейном чугуне. В пределах каждой марки чугуны подразделяются на группы (по содержанию марганца), классы (по содержанию фосфора) и категории (по содержанию серы). Чем ниже содержание вредных примесей (S и P) в чугуне, тем выше его качество.

Углерод в чугуне может находиться:

- только в связанном состоянии в виде карбида (белый чугун);
- в значительной степени или полностью в свободном состоянии в виде графита.

В последнем случае свойства чугуна будут определяться, главным образом, формой графитных включений, которая может быть пластинчатой (серый чугун), шаровидной (высокопрочный чугун) или хлопьевидной (ковкий чугун).

Из-за наличия в структуре твердой и хрупкой эвтектической составляющей - ледебурита - белый чугун как машиностроительный материал практически не используется.

Основной особенностью микроструктуры серого чугуна, определяющей физико-механические и служебные свойства, является наличие пластинчатого графита. Пластинчатый графит нарушает сплошность металлической основы, и поэтому серый чугун имеет сравнительно невысокую прочность и низкую пластичность.

Марки и механические свойства чугуна с пластинчатым графитом регламентируются ГОСТ 1412-85 "Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки". В основу стандартизации серого чугуна заложен принцип регламентирования минимально допустимого значения временного сопротивления разрыву при растяжении. Условное обозначение марки включает буквы СЧ - серый чугун и цифровое обозначение величины минимального временного сопротивления при растяжении в МПа $\times 10^{-1}$. Для изготовления отливок предусматриваются следующие марки чугуна: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30 и СЧ35; по требованию потребителя допускаются еще СЧ18, СЧ21 и СЧ24.

Свойства ковкого чугуна определяются, главным образом, наличием компактных включений графита - "углерода отжига", обеспечивающих более высокую, чем у серого чугуна, прочность и пластичность. В зависимости от микроструктуры металлической основы ковкий чугун подразделяется на два класса: ферритный и перлитный.

В основу стандартизации ковкого чугуна положен принцип регламентирования минимально допустимых значений σ_b , δ и пределов НВ. Обозначение марки ковкого чугуна согласно ГОСТ 1215-79 "Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия" включает буквы КЧ - ковкий чугун, первые две цифры, означающие временное сопротивление разрыву в МПа $\times 10^{-1}$, и через тире цифры, соответствующие минимальному удлинению при растяжении. Отливки изготавливают из ковкого чугуна следующих марок: КЧ 30-6, КЧ 33-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12 (ферритного класса); КЧ 45-7, КЧ 50-5, КЧ 55-4, КЧ 60-3, КЧ 65-3, КЧ 70-2, КЧ 80-1,5 (перлитного клас-

са). Для каждой марки в стандарте регламентированы пределы по твердости чугуна в единицах HB.

Для чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) характерны прежде всего значительная пластичность и вязкость, которые обусловлены шаровидной формой включений графита, получаемой в литом состоянии. Вместе с тем ЧШГ имеет и высокую прочность, в связи с чем в отечественном стандарте условное обозначение марки включает буквы ВЧ, что означает "высокопрочный чугун".

ГОСТ 7293-85 "Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки" предусматривает следующие марки чугуна: ВЧ 35, ВЧ 40, ВЧ 45, ВЧ 50, ВЧ 60, ВЧ 70, ВЧ 80, ВЧ 100. Марка чугуна определяется его временным сопротивлением при растяжении, минимальное значение которого в МПа $\times 10^{-1}$ указывают цифры, стоящие после букв ВЧ, и условным пределом текучести, значения которого приводятся в стандарте для каждой марки.

В чугуне с вермикулярным графитом (ВГ) графитные включения также имеют пластинчатую форму, как и в сером чугуне (ПГ), которая, однако, характеризуется меньшей степенью неравноосности: пластинки ВГ отличаются меньшими размерами, чем ПГ, и округлой формой кромок; отношение длины пластинки ВГ к ее толщине обычно находится в пределах 2...10, тогда как для ПГ оно значительно больше 10. Это обуславливает специфическое сочетание механических, технологических и эксплуатационных свойств для чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ).

В основу стандартизации ЧВГ положены тот же принцип, что и для ЧШГ (ранее самостоятельного стандарта на марки ЧВГ не существовало и на него распространялся ГОСТ для ЧШГ). В настоящее время ГОСТ 28394-89 "Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки" устанавливает марки чугуна, имеющего в структуре графит вермикулярной формы с количеством шаровидного графита не более 40 %: ЧВГ 30, ЧВГ 35, ЧВГ 40, ЧВГ 45. Цифры означают минимальное значение временного сопротивления разрыву в МПа $\times 10^{-1}$. Для каждой из указанных марок, кроме σ_b , стандарт регламентирует минимальные значения условного предела текучести $\sigma_{0,2}$ и относительного удлинения δ , а также пределы твердости HB.

Наряду с указанными выше широкое применение в практике литейного производства находят легированные чугуны, отличающиеся высоким значением какого-либо (или каких-либо) технологического или эксплуатационного свойства (износостойкость, коррозионная стойкость, жаростойкость и жаропрочность, магнитные свойства). Марки и характеристики таких чугунов регламентируются ГОСТ 7769-82 "Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки".

Согласно указанному стандарту легированные чугуны подразделяются на виды и марки по преобладанию легирования и по назначению. ГОСТ 7769-82 предусматривает следующие виды чугуна (в скобках указаны марки чугуна, относящиеся к данному виду): хромистые низколегированные (ЧХ1, ЧХ2, ЧХ3, ЧХ3Т), хромистые высоколегированные (например, ЧХ9Н5, ЧХ22С, ЧХ28Д2); кремнистые низколегированные (ЧС5, ЧС5Ш), кремнистые высоколегированные (например, ЧС13, ЧС15М4); алюминиевые низколегированные (ЧЮХШ), алюминиевые высоколегированные (ЧЮ6С5, ЧЮ7Х2, ЧЮ22Ш, ЧЮ30); марганцевые высоколегированные (ЧГ6С3Ш, ЧГ7Х4, ЧГ8Д3); никелевые низколегированные (например, ЧНХТ, ЧНДХМШ, ЧНЗХМДШ), никелевые высоколегированные (например, ЧН4Х2, ЧН15Д3Ш, ЧН19Х3Ш).

В обозначении марок чугуна буквы означают: Ч - чугун; буквы (кроме Ш) - основные легирующие элементы (обозначения элементов те же, что и в легированных сталях); цифры, стоящие после букв, - примерная массовая доля соответствующего легирующего элемента; Ш - указывает, что графит в чугуне имеет шаровидную форму. Для каждого вида чугуна в стандарте указано основное свойство (или свойства) отливок, например, ЧС5 - жаростойкий, ЧС17М3 - коррозионно-стойкий в жидкой среде, ЧГ8Д3 - маломагнитный, износостойкий и т.д. Химический состав и механические свойства легированных чугунов также регламентированы указанным стандартом.

В отдельную группу выделены чугуны антифрикционного назначения. Их марки и химический состав регламентируются ГОСТ 1585-85 "Чугун антифрикционный для отливок. Марки". Согласно этому стандарту антифрикционные чугуны для отливок, работающих в узлах трения со смазкой, получают на основе серых (АЧС-1...АЧС-6), высокопрочных (АЧВ-1, АЧВ-2) и ковких чугунов (АЧК-1, АЧК-2). В обозначении марки буквы и цифры означают: АЧ - антифрикционный чугун; С - серый (с пластинчатым графитом), В - высокопрочный (с шаровидным графитом), К - ковкий (с компактным графитом); цифры - порядковый номер марки.

Наряду с химическим составом антифрикционных чугунов указанным стандартом регламентируются их микроструктура (форма, размеры и распределение графитных включений, а также структура металлической матрицы) и пределы по твердости. Стандарт содержит также рекомендации по назначению и режимам эксплуатации для перечисленных марок чугуна.

3. Порядок проведения практического занятия

Прежде чем прийти на занятие, студент обязан ознакомиться с данными методическими указаниями.

После обсуждения неясных вопросов с преподавателем, каждый студент получает от преподавателя задание с указанием нескольких марок чугунов. Используя соответствующие стандарты или справочную литературу, студент должен в письменной форме ответить по каждой из указанных в задании марке чугуна на следующие вопросы:

- к какой классификационной группе (по назначению, по форме графита) относится данный чугун;
- каков его химический состав;
- какие свойства гарантируются стандартами для данного вида чугуна и каковы должны быть их значения для данной марки.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 4832-95 "Чугун литейный. Технические условия".
2. ГОСТ 1412-85 "Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки".
3. ГОСТ 1215-79 "Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия".
4. ГОСТ 7293-85 "Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки".
5. ГОСТ 28394-89 "Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки".
6. ГОСТ 7769-82 "Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки".
7. ГОСТ 1585-85 "Чугун антифрикционный для отливок. Марки".
8. ГОСТ 805-95 "Чугун передельный. Технические условия".
9. Чугун: Справ. изд. / Под ред. А.Д.Шермана и А.А.Жукова. М.: Металлургия, 1991.- 576с.

**Методические указания
к практическому занятию № 2**

Классификация и маркировка углеродистых сталей

(2 часа)

по дисциплине

Металловедение и термическая обработка металлов (спецглавы)

Уровень профессионального образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки: 22.04.02 Металлургия

Профиль подготовки: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Квалификация выпускника: - магистр

Форма обучения: очная

Тула 2020 г.

Классификация и маркировка углеродистых сталей

1. Цель работы:

- ознакомиться с классификацией, назначением и маркировкой углеродистых сталей.

2. Краткие теоретические сведения

Основной продукцией черной металлургии является сталь, т.е. сплав на основе железа, содержащий менее 2 % углерода. Стали классифицируют по химическому составу, способу выплавки, по структуре в отожженном или нормализованном состоянии, по качеству и по назначению.

По химическому составу стали подразделяются на углеродистые и легированные. Приблизительно 90 % изготавливается углеродистой стали и 10 % легированной. Таким образом, основным металлическим материалом промышленности является углеродистая сталь.

Углеродистая сталь промышленного производства - сложный по химическому составу сплав. Кроме основы - железа (содержание которого может колебаться в пределах 97,0-99,5 %) и углерода (менее 2 %), в ней имеется много элементов, наличие которых обусловлено технологическими особенностями производства (Mn, Si), либо невозможностью полного удаления их из металла (S, P, O, N, H), а также случайными примесями (Cr, Ni, Cu и др.).

В металлургии применяют различные способы производства стали. В зависимости от способа производства стали отличаются по содержанию примесей, что обуславливает и различие в их свойствах.

Основными способами выплавки стали в настоящее время в мире являются кислородно-конвертерный и электропечной, мартеновский способ в промышленно развитых странах больше не используется. Однако в России и странах СНГ наибольшая доля стали (~60 %) пока выплавляется именно в мартеновских печах.

Мартеновская сталь в большинстве случаев производится основным процессом и лишь для некоторых назначений, когда требуется большая чистота по неметаллическим включениям и меньшая насыщенность кислородом, выплавляется более дорогая кислая сталь. Поскольку сера и фосфор при кислом процессе не удаляются, для него требуется более чистая по этим элементам шихта.

Удаление из металла серы, фосфора и кислорода в наибольшей степени достигается при плавке в электропечах. Однако будучи более качественными, электростали являются и более дорогими. Поэтому этим способом изготавливают преимущественно легированные и высоколегированные стали.

Кроме обычных примесей, стали могут содержать и различные случайные примеси, попадающие в металл с рудой или скрапом (металлоломом). Таким образом, сталь одной и той же марки может отличаться по примесям, учитываемым, а часто и не учитываемым ГОСТами и техническими условиями, а это может оказывать влияние на свойства. Особенно сильно влияют примеси внедрения в железе (H, N, C и O), а также типичные примеси, загрязняющие металл S и P. Безусловно вредны примеси цветных металлов (Cu, Pb, Zn, Sb, Sn и др.), особенно легкоплавкие. Максимальное содержание наиболее вредных примесей обычно строго регламентируется соответствующими стандартами.

В зависимости от способа раскисления сталь бывает спокойной (раскисление Mn, Si, Al) и кипящей (раскисление только Mn). Следовательно, по химическому составу кипящая сталь отличается от спокойной по содержанию Si (до 0,05 и 0,12-0,30 % соответственно). Так как кипящая сталь содержит больше остаточного кислорода, то она уступает по качеству спокойной. Промежуточное положение по качеству занимает так называемая полуспокойная сталь, раскисленная Mn и Al (содержание Si 0,05-0,10 %).

По структуре в отожженном состоянии углеродистые стали делят на доэвтектоидные (<0,8 %C), эвтектоидные (~0,8 %C) и заэвтектоидные (>0,8 %C). Для углеродистых сталей структура отожженного металла полностью определяется содержанием углерода.

Структуру и свойства стали (даже при одинаковом содержании углерода) можно изменять в широких пределах с помощью термической обработки. Однако не все свойства изменяются при такой обработке, а только те, которые являются структурно чувствительными. К ним относятся большинство свойств. Структурно нечувствительные свойства (модуль нормальной упругости E , модуль сдвига G и некоторые другие) практически не изменяются после термической обработки.

По назначению углеродистые стали делятся на конструкционные и инструментальные.

В основе классификации стали по качеству лежит содержание основных вредных примесей - прежде всего, серы и фосфора. Различают углеродистую сталь обыкновенного качества, качественную и высококачественную. Углеродистые стали обыкновенного качества в большинстве случаев применяются без термической обработки.

Углеродистая сталь обыкновенного качества

Наиболее применяемый материал для производства машин, станков, строительных металлоконструкций, предметов широкого потребления и т.д. - горячекатаная сталь, поставляемая с металлургических заводов в виде прутков разного сечения, балок, листов, труб и др. Поставляемая сталь в соответствии со стандартами должна отвечать определенным требованиям.

Сталь обыкновенного качества имеет свойства, гарантируемые ГОСТ 380-2005 "Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки". Этот стандарт распространяется на углеродистую сталь обыкновенного качества, предназначенную для изготовления проката горячекатаного: сортового, фасонного, толстолистового, а также слитков, блюмов, слябов, сутунки, заготовок катаной и непрерывнолитой, труб, поковок и штамповок, ленты, проволоки, метизов и др.

Согласно этому стандарту углеродистая сталь обыкновенного качества маркируются буквами Ст и номером после них от 0 до 6. Чем больше номер, тем выше прочность (т.е. выше содержание углерода) и ниже пластичность стали. Если после марочного обозначения стоят буквы «кп», это означает, что сталь - кипящая; если стоит «пс», - полуспокойная, а если «СП», - спокойная.

ГОСТ 380-2005 регламентирует содержание вредных примесей в сталях обыкновенного качества. Для всех сталей, кроме Ст 0, содержание указанных ниже элементов должно составлять в % по массе не более: 0,050 S; 0,040 P; 0,30 Cr; 0,30 Ni; 0,30 Cu; 0,010 N; 0,080 As. Для получения более подробных сведений следует обратиться непосредственно к ГОСТ 380-2005.

Качественные и высококачественные углеродистые стали

Химический состав качественных углеродистых конструкционных сталей регламентируется ГОСТ 1050-88 "Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия".

Согласно указанному стандарту в конструкционных качественных сталях максимальное содержание вредных примесей составляет: не более 0,04 %S и 0,035 %P; содержание других примесей (Cr, Ni, Cu, As, N) регламентируется ГОСТом в зависимости от способа выплавки и назначения стали.

Качественная сталь менее загрязнена неметаллическими включениями и имеет меньшее содержание растворенных газов. В случае примерно одинакового содержания углерода качественные стали имеют более высокую пластичность и вязкость по сравнению со сталями обыкновенного качества особенно при низких температурах.

Марки качественных углеродистых конструкционных сталей обозначают цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента (например, 08; 25; 40). Степень раскисленности стали обозначается буквами кп или пс; спокойные качественные стали маркируются без индекса.

Качественные углеродистые стали поставляются заказчику в различном состоянии: без термической обработки, после нормализации, различной степени пластической деформации и т.д.

Марки и состав углеродистых инструментальных сталей регламентируются ГОСТ 1435-99 "Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия", который распространяется на углеродистую инструментальную горячекатаную, кованую, калиброванную сталь, а в части норм химического состава и на слитки, ленту, проволоку и др.

Обозначение марки углеродистой инструментальной стали состоит из буквы У и цифр, обозначающих среднее содержание углерода в десятых долях процента (например, У8; У12). Углеродистые инструментальные стали выплавляются только спокойными.

Углеродистые инструментальные стали могут быть качественными и высококачественными: в качественных сталях содержание серы должно составлять не более 0,028 % и фосфора - не более 0,030 %, в высококачественных - соответственно S до 0,018 %; P до 0,025 %. Принадлежность стали к группе высококачественных обозначается буквой А в конце марки (например, У8А, У12А).

3. Порядок проведения практического занятия

Прежде чем прийти на занятие, студент обязан ознакомиться с данными методическими указаниями.

После обсуждения неясных вопросов с преподавателем, каждый студент получает от преподавателя задание с указанием нескольких марок углеродистых сталей. Используя соответствующие стандарты или справочную литературу, студент должен в письменной форме ответить по каждой из указанных в задании марке стали на следующие вопросы:

- к какой классификационной группе (по назначению, по структуре в отоженном состоянии, по качеству) относится данная сталь;
- каков ее химический состав;
- какими элементами она была раскислена.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 380-2005 "Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки".
2. ГОСТ 1050-88 "Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия".
3. ГОСТ 1435-99 "Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия"
4. ГОСТ 535-2005 «Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия»
5. Марочник сталей и сплавов / В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.

**Методические указания
к практическому занятию № 3**

Классификация и маркировка легированных сталей

(4 часа)

по дисциплине

Металловедение и термическая обработка металлов (спецглавы)

Уровень профессионального образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки: 22.04.02 Металлургия

Профиль подготовки: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Квалификация выпускника: - магистр

Форма обучения: очная

Тула 2020 г.

Классификация и маркировка легированных сталей

1. Цель работы:

- ознакомиться с классификацией, назначением и маркировкой легированных сталей.

2. Краткие теоретические сведения

Элементы, специально вводимые в сталь в определенных концентрациях (кроме углерода) с целью изменения ее строения и свойств, называются легирующими элементами. В связи с этим стали, в которые для получения требуемых свойств специально вводят легирующие элементы, называются легированными или специальными сталями.

Следует иметь в виду, что элементы, рассматриваемые как примесные в том случае, когда они попадают в сталь (случайно или по технологическим причинам) в процессе ее производства, будут относиться к легирующим, если они вводятся в сталь специально и в заданном количестве. Т.е. одни и те же элементы могут выступать и в роли примесных, и в роли легирующих. При этом концентрации легирующих элементов могут быть и весьма низкими: например, рекомендуемое содержание бора в конструкционных сталях ограничивается 0,001-0,003 %; сталь, содержащая 0,05-0,1 %V или 0,1 %Ti, считается легированной ванадиевой или титановой сталью, поскольку эти элементы специально вводили в сталь для получения требуемых свойств.

Легированные стали могут быть классифицированы по четырем признакам: по равновесной структуре, по структуре после охлаждения на воздухе, по составу и по назначению. В данной работе мы остановимся только на двух последних признаках.

По химическому составу в зависимости от основных легирующих элементов стали подразделяются на группы, например, хромистые, никельмолибденовые, хромоникельванадиевые, хромомарганценикелевые с молибденом и титаном и др.

В зависимости от назначения легированные стали можно разделить на следующие группы:

- *конструкционные стали*, предназначенные для изготовления деталей машин. Эти стали, как правило, подвергаются у потребителя термической обработке. Близкие по составу к конструкционным сталям, но не предназначенные для термической обработки у потребителя и чаще всего употребляемые в строительстве, объединяются в группу строительных сталей;

- *инструментальные стали*, идущие на изготовление режущего, мерительного, штампового и прочего инструмента;

- *стали и сплавы с особыми свойствами*, к которым относятся стали, обладающие каким-либо резко выраженным свойством: нержавеющие, жаропрочные, износоустойчивые, с особенностями теплового расширения, с особыми магнитными или электрическими свойствами. В ряде случаев эти стали содержат такое большое количество легирующих элементов, что их нужно причислять не к сплавам железа, т.е. не к сталям, а к сложным многокомпонентным сплавам. Однако четкая граница между такими сплавами и сталями отсутствует.

Для обозначения марок стали используется соответствующие цифро-буквенные комбинации. Каждый легирующий элемент обозначается буквой: А - азот, Р - бор, С - кремний, Т - титан, Ф - ванадий, Х - хром, Г - марганец, Н - никель, М - молибден, В - вольфрам, К - кобальт, Д - медь, Б - ниобий, Ц - цирконий, П - фосфор, Ч - редкоземельные металлы, Ю - алюминий.

Марки и химический состав легированной конструкционной стали регламентируются ГОСТ 4543-71 "Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия".

В обозначении марок конструкционной стали первые две цифры указывают среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента, буквы за цифрами означают соответствующие легирующие элементы. Цифры, стоящие после букв, указывают примерную массовую долю легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что в марке содержится до 1,5 % этого легирующего элемента.

В зависимости от содержания примесных элементов и, соответственно, свойств, конструкционная сталь делится на категории:

- качественная. Например, 15X, 20XH2M, 40XГНМ;
- высококачественная. На принадлежность стали к этой категории указывает буква А в конце марки (буква А, указывающая, что сталь легирована азотом, ставится только в середине марки). Например, 20XH3А, 35ХГСА, 38Х2МЮА;

- особовысококачественная. К этой категории относят сталь электрошлакового переплава и в конце обозначения ее марки ставится через тире буква Ш. Например, 30ХГС-Ш, 30ХГСА-Ш.

ГОСТ 4543-71 вводит ограничения на остаточное содержание примесных элементов (S, P, Cu, Ni, Cr) в стали в зависимости от ее категории по качеству и способа выплавки. Так, содержание серы и фосфора в качественной стали должно быть не более 0,035 % каждого, в высококачественной - не более 0,025 %, в особовысококачественной – не более 0,025 %S и не более 0,015 %P. Содержание азота во всех сталях не должно превышать 0,008 %.

Химический состав и марки судостроительной стали определяются ГОСТ 5521-93 "Прокат стальной для судостроения. Технические условия". Стандарт распространяется на листовой и фасонный прокат из стали нормальной и повышенной прочности для судостроения. Согласно этому ГОСТу применяются следующие марки судостроительных сталей: А, В, D, E; А275, D275, E275; А32, D32, E32; А36, D36, E36; А40, D40, E40. Для сталей А, В, D, E предел текучести составляет 235 Н/мм², сталей А275, D275, E275 – соответственно 275 Н/мм², для остальных марок цифры после букв соответствуют значению предела текучести (R_e) в кг/мм².

В стандарте приведен химический состав сталей: содержание углерода в сталях А, В, D, E составляет 0,21 %, во всех остальных – 0,18 %. Содержание серы и фосфора в сталях первых двух групп ограничено 0,040 % (каждого элемента), в остальных – 0,035 %. В сталях, марка которых начинается с букв А и В, ГОСТ регламентирует работу удара KV при 0 °С, D – при -20 °С, E – при -40 °С.

Обозначение марки стали для строительных конструкций согласно ГОСТ 27772-88 "Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия" начинается с буквы С (строительная), далее следуют цифры, условно обозначающие предел текучести в Н/мм². Буква К в конце обозначения некоторых марок стали обозначает вариант химического состава, буква Т – сталь термоупрочнена с прокатного нагрева (например, С235, С590К, С345Т).

Химический состав и свойства инструментальных легированных сталей регламентируются ГОСТ 5950-2000 "Прутки и полосы из инструментальной легированной стали. Технические условия". Согласно этому стандарту соответствующую металлопродукцию по назначению подразделяют на группы:

- для изготовления инструмента, используемого в основном для обработки металлов и других материалов в холодном состоянии;
- для изготовления инструмента, используемого в основном для обработки металлов давлением при температуре выше 300 °С.

Марки стали по легированию подразделяют на :

- низколегированные инструментальные, например, 8ХФ, В2Ф, 12Х1, ХВСГФ, 6ХВГ;
- среднелегированные инструментальные, например, ХВ4Ф, 7ХГ2ВМФ, 4Х5В2ФС, 5Х3В3МФС;
- высоколегированные инструментальные, например, Х12, Х12Ф1, 05Х12Н6Д2МФСГТ.

В обозначении марок первые цифры означают массовую долю углерода в десятых долях процента. Они могут не указываться, если массовая доля углерода близка к единице или больше единицы. Цифры после букв означают среднюю массовую долю соответствующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что доля этого легирующего элемента равна, примерно, 1 %. В отдельных случаях массовая доля легирующего элемента не указывается, если она не превышает 1,8 %.

Содержание серы и фосфора в легированной инструментальной стали не должно превышать 0,030 % (каждого элемента), а для стали, полученной методом ЭШП, содержание серы не должно превышать 0,015 %. Содержание остаточного никеля в сталях всех марок, не легированных никелем, допускается до 0,35 %; содержание остаточной меди не должно превышать 0,30 %.

Составы и свойства деформируемых сталей и сплавов на железоникелевой и никелевой основах, предназначенных для работы в коррозионно-активных средах и при высоких температурах регламентируются ГОСТ 5632-72 "Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки". Согласно этому стандарту к высоколегированным сталям условно отнесены сплавы, массовая доля железа в которых более 45 %, а суммарная массовая доля легирующих элементов не менее 10 %, считая по верхнему пределу, при массовой доле одного из элементов не менее 8 % по нижнему пределу.

В обозначении марки высоколегированной стали цифры перед буквенным индексом указывают среднее или максимальное (при отсутствии нижнего предела) содержание углерода в стали в сотых долях процента. Цифры, стоящие после букв, указывают среднее содержание легирующих элементов в целых единицах, кроме элементов, присутствующих в стали в малых количествах. Букву А (азот) ставить в конце обозначения марки не допускается (например, 40X9C2, 11X11H2B2MФ, 18X12BMБФР, 08X17H5M3).

К сплавам на никелевой основе относятся сплавы с содержанием Ni более 50 %. В отличие от легированных сталей, наименование марок никелевых сплавов состоит только из буквенных обозначений элементов, за исключением никеля, после которого указываются цифры, обозначающие его среднее содержание в % (например, ХН35ВТЮ, ХН70ВМТЮФ).

Стали и сплавы, полученные специальными методами, дополнительно обозначают через тире в конце наименования марки соответствующими буквами (например, ВД - вакуумно-дуговой переплав, ВО - вакуумно-кислородное рафинирование, Ш - электрошлаковый переплав и пр.).

Внимание: используемые ранее обозначения марок стали, не включенных в стандарты (типа ЭИ, ЭП, К, ДИ и др.), данным стандартом запрещены к использованию во вновь создаваемой документации и могут указываться (при необходимости) только в скобках после нового обозначения:

Новое обозначение	Старое обозначение
40X9C2	4X9C2
11X11H2B2MФ	X12H2BMФ
07X16H6	X16H6 (ЭП288)
08X17H6T	ДИ-21

Составы и свойства стали и сплавов со специальными свойствами также регламентируются соответствующими стандартами (например, ГОСТ 10994-74 "Сплавы прецизионные. Марки"; ГОСТ 14082-78 "Прутки и листы из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Технические условия" и др.).

Стали, предназначенные для получения деталей методом литья, имеют такое же обозначение, как и конструкционные стали, только в конце марки добавляется буква Л (например, 20Л, 30ХГФРЛ, 12Х18Н9ТЛ, 110Г13Л).

3. Порядок проведения практического занятия

Прежде чем прийти на занятие, студент обязан ознакомиться с данными методическими указаниями.

После обсуждения неясных вопросов с преподавателем, каждый студент получает от преподавателя задание с указанием нескольких марок легированных сталей или сплавов. Используя соответствующие стандарты или справочную литературу, студент должен в письменной форме ответить по каждой из указанных в задании марке стали (сплава) на следующие вопросы:

- к какой классификационной группе (по назначению, по качеству) относится данная сталь (сплав);
- каков ее химический состав;
- каковы рекомендуемые области ее применения.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 4543-71 "Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия".
2. ГОСТ 5521-93 "Прокат стальной для судостроения. Технические условия".
3. ГОСТ 27772-88 "Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия".
4. ГОСТ 5950-2000 "Прутки и полосы из инструментальной легированной стали. Технические условия".
5. ГОСТ 5632-72 "Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки".
6. ГОСТ 19265-73 «Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия»
7. Марочник сталей и сплавов / В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.

**Методические указания
к практическому занятию № 4**

Классификация и маркировка цветных металлов и сплавов

(4 часа)

по дисциплине

Металловедение и термическая обработка металлов (спецглавы)

Уровень профессионального образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки: 22.04.02 Металлургия

Профиль подготовки: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Квалификация выпускника: - магистр

Форма обучения: очная

Тула 2020 г.

Классификация и маркировка цветных металлов и сплавов

1. Цель работы:

- ознакомиться с классификацией, назначением и маркировкой цветных металлов и сплавов.

2. Краткие теоретические сведения

Цветные металлы являются более дорогими и дефицитными по сравнению с черными металлами, однако область их применения в технике непрерывно расширяется. В связи с развитием новых отраслей промышленности постоянно возникают новые специфические требования к металлическим материалам. Это вызвало развитие производства многих металлов и сплавов, которые в недалеком прошлом изготавливали в небольших количествах только для целей исследования.

Более жесткие требования к массе конструкций, удельной прочности и жесткости материалов для их изготовления заставляют конструкторов зачастую отказываться от традиционно применяемых для этих целей черных металлов. Все это объясняет непрерывное увеличение числа промышленных сплавов на основе цветных металлов. Вместе с тем, некоторые сплавы перестают удовлетворять ужесточающимся требованиям к уровню их эксплуатационных свойств, что приводит к исключению их из соответствующих стандартов и замене их на более эффективные сплавы.

Ниже рассмотрены основные стандарты на марки и составы сплавов на основе наиболее широко используемых в промышленности цветных металлов: алюминия, меди, никеля, магния, титана.

Алюминий и сплавы на его основе

Марки и химический состав первичного алюминия регламентируются ГОСТ 11069-2001 "Алюминий первичный. Марки". В зависимости от химического состава первичный алюминий подразделяется на алюминий особой, высокой и технической чистоты. К первой группе относится А999, содержащий не менее 99,999 % алюминия (буква А означает алюминий, цифры после буквы – минимальное содержание алюминия сверх 99 %). Ко второй группе относятся марки от А995 до А95 (99,995...99,95 % Al), к третьей – от А85 до А0 (99,85...99,0 % Al).

Марки и химический состав алюминия и его сплавов, предназначенных для изготовления полуфабрикатов методами горячей или холодной деформации с 01.07.2000 г. регламентируются ГОСТ 4784-97 "Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки". Наименование марок, приведенных в стандарте имеют двойное обозначение: прежнее, состоящее из букв и цифр, и новое цифровое. Для цифровой маркировки принята система из четырех цифр. Первая цифра обозначает основу сплава – алюминий, вторая – характеризует главный легирующий элемент или группу легирующих элементов, третья и четвертая цифры обозначают номер сплава. Для обозначения главного легирующего элемента или группы легирующих элементов используют следующие цифры:

- 0 – чистый алюминий;
- 1 – сплавы систем Al-Cu-Mg, Al-Cu-Mg-Fe-Ni;
- 2 – сплавы систем Al-Cu-Mn, Al-Cu-Mn-Li-Cd;
- 3 – сплавы систем Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Cu;
- 4 – сплавы систем Al-Mn, Al-Cr, Al-Be;
- 5 – сплавы систем Al-Mg;
- 9 – сплавы систем Al-Zn-Mg, Al-Zn-Mg-Cu;
- 6, 7, 8 – резервные цифры.

Алюминий деформируемый обозначается буквами АД, за которыми следуют цифры 000, 00, 0 или 1, характеризующие массовую долю алюминия (в скобках указана новая маркировка и

содержание Al в %): АД 000 (99,80); АД00 (1010; 99,70); АД0 (1011; 99,50); АД1 (1013; 99,30); АД (1015; 99,0).

Буквено-цифровая маркировка *деформируемых алюминиевых сплавов* систем Al-Cu-Mg и Al-Cu-Mn начинается с букв Д (дуралюмин), АВ (авиационный алюминий - "авиаль") или АК (алюминиевый ковочный сплав), за которыми следуют цифры, обозначающие условный номер сплава. Например (в скобках указана новая цифровая маркировка): Д1 (1110), Д16 (1160), В65 (1165), АК8 (1380). Вновь разработанные сплавы имеют только цифровую маркировку, например, 1201, 1105. Если после марки стоит буква "ч" (чистый), "пч" (повышенной чистоты) или "оч" (особо чистый), это означает пониженное содержание вредных примесей (прежде всего, Si и Fe), например, Д16ч, Д16пч, Д16оч.

Сплавы системы Al-Mn имеют марки: АМц (1400), Д12 (1521), ММ (1403) – с магнием.

Маркировка сплавов системы Al-Mg начинается с букв АМг, после которых следуют цифры, соответствующие средней массовой доле магния (%), например, АМг0,5 (1505); АМг3 (1530); АМг6 (1560).

Сплавы системы Al-Mg-Si маркируются буквами АД или АВ, за которыми следуют цифры, обозначающие условный номер сплава: АД31 (1310), АД33 (1330), АД35 (1350), АВ (1340).

Сплавы системы Al-Zn-Mg имеют маркировку, начинающуюся с буквы В (высокопрочный), например, В95 (1950), В95пч, В95оч. Новые сплавы имеют только цифровое обозначение: 1915, 1925.

В особые группы ГОСТ 4784-97 выделяет сплавы, предназначенные для изготовления сварочной проволоки (буквы «Св» в начале обозначения марки деформируемого сплава, например, СвАМг3) и проволоки для холодной высадки (буква П в конце марки вышеуказанных сплавов, например, Д16П).

Марки и химический состав алюминиевых литейных сплавов регламентируются ГОСТ 1583-93 "Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия". Силумины в чушках АК12ч (СИЛ-1), АК12пч (СИЛ-0), АК12оч (СИЛ-00) отличаются содержанием примесей, прежде всего, Fe, Mn, Ca, Ti. Наибольшее содержание этих элементов допускается в сплаве АК12ж. Для изготовления изделий пищевого назначения применяют сплавы АК7, АК5М2, АК9, АК12, в которых ограничивается массовая доля вредных для человека примесей Pb, As, Zn, Be.

Литейные алюминиевые сплавы, имеют маркировку, состоящую из букв, первая из которых А – алюминиевый, остальные обозначают основные легирующие элементы сплава (К – кремний, М – медь, Мг – магний, Мц – марганец, Н – никель, Ц – цинк); цифры, следующие за буквами, указывают среднюю массовую долю соответствующего элемента (%). Эти сплавы подразделяются на группы I-V по системам легирования.

К сплавам системы Al-Si-Mg (группа I) относятся, например, такие, как (в скобках указано прежнее обозначение сплава): АЛ – алюминиевый литейный, цифры – порядковый номер сплава): АК12 (АЛ2), АК9ч (АЛ4), АК7пч (АЛ91). К сплавам системы Al-Si-Cu (II) относятся, например, АК5М (АЛ5), АК5М7, АК8М3ч (ВАЛ8), АК12М2МгН (АЛ25); системы Al-Cu (III) – АМ5 (АЛ19); системы Al-Mg (IV) – АМг5Мц (АЛ28), АМг10ч (АЛ27-1), АМг4К1,5М; системы алюминий-прочие компоненты – АК7Ц9 (АЛ11), АЦ4Мг (АЛ24). Стандартом регламентируются также способы литья, вид термической обработки отливок и их механические свойства (σ_b , δ , НВ) для данной марки сплава. Условные обозначения способов литья: З – в песчаные формы, В – по выплавляемым моделям, К – в кокиль, Д – под давлением, ПД – с кристаллизацией под давлением (жидкая штамповка), О – в оболочковые формы, М – сплав подвергается модифицированию. Условные обозначения видов термической обработки: Т1 – искусственное старение без предварительной закалки; Т2 – отжиг; Т4 – закалка; Т5 – закалка и кратковременное (неполное) искусственное старение; Т6 – закалка и полное искусственное старение; Т7 – закалка и стабилизирующий отпуск; Т8 – закалка и смягчающий отпуск.

ГОСТ 14113-78 "Сплавы алюминиевые антифрикционные. Марки" регламентирует марки и химический состав сплавов, предназначенных для изготовления моно- и биметаллических подшипников. Маркировка антифрикционных сплавов состоит из букв, указывающих на основу

сплава (А – алюминий) и основные легирующие элементы: О – олово, Н – никель, С – сурьма, М – в конце марки – магний, в середине марки – медь, К – кремний; цифры после букв О и Н – среднее содержание олова или никеля соответственно (%), цифры через тире в алюминиево-оловянных сплавах – среднее содержание меди (%).

В число антифрикционных алюминиевых сплавов входят: группа алюминиево-оловянных сплавов (например, АО9-2, АО20-1), алюминиево-никелевый сплав АН-2,5 и многокомпонентные сплавы АСМ (Al-Sb-Mg), АМСТ (Al-Cu-Sb-Ti), АМК (Al-Cu-Si). Стандарт содержит также рекомендации по примерному назначению сплавов и условиям работы изделий из них.

Медь и сплавы на ее основе

Марки и химический состав *меди*, изготавливаемой в виде катодов, слитков и полуфабрикатов регламентируются ГОСТ 859-2001 "Медь. Марки". Согласно этому стандарту марка меди определяется способом получения и содержанием примесей (в скобках указано содержание меди, % не менее): электролитическое рафинирование – М00к (99,9935), М0к (99,97), М1к (99,95); огневое рафинирование – М00б (99,99), М0б (Cu+Ag примерно 99,97); переплавка катодов – М00 (99,96), М0 (99,93), М1 (99,90); переплавка с раскислением – М1р (99,90), М1ф (99,90; повышенное по сравнению с М1р содержание фосфора), М2р (99,70), М3р (99,50); огневое рафинирование отходов меди – М2 (99,70), М3 (99,50).

Медно-цинковые сплавы – латуни – подразделяются по способу изготовления изделий из них на деформируемые и литейные. На первые распространяется ГОСТ 15527-2004 "Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки", который определяет наименования, марки, химический состав и примерное назначение включенных в него сплавов. Маркировка сплавов начинается с буквы Л – латунь; за ней следуют буквы, означающие основные легирующие элементы (А – алюминий, Ж – железо, Мц – марганец, Н – никель, О – олово, С – свинец, К – кремний, Мш – мышьяк); первые две цифры – средняя массовая доля меди (%), последующие – средняя массовая доля других элементов (%), в том же порядке, как и буквы; остальное до 100 % – массовая доля цинка.

Из двойных сплавов системы Cu-Zn в стандарте фигурируют (в скобках обозначение марки): томпак (Л96, Л90), полутомпак (Л85, Л80), латуни (Л70, Л68, Л63, Л60). В число специальных (сложных) латуней входит большая группа сплавов, легированных одним или несколькими (кроме цинка) элементами, например, латунь алюминиевая (ЛА77-2), латунь алюминивно-никелевая (ЛАН59-3-2), латунь алюминивно-никеле-кремнисто-марганцовая (ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5) и пр.

ГОСТ 17711-93 "Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки" распространяется на медно-цинковые сплавы для изготовления изделий литьем. Согласно этому стандарту наименование сплава определяется набором основных легирующих элементов (кроме цинка). Маркировка сплавов начинается с буквы Л – латунь, за которой следуют буквы, обозначающие основные элементы сплава (Ц – цинк, А – алюминий, К – кремний, С – свинец, Мц – марганец, Ж – железо), и цифры, соответствующие средней массовой доле этих элементов (%). Например: латунь свинцовая ЛЦ40С; латунь марганцово-железная ЛЦ40Мц3Ж; латунь алюминивно-железо-марганцовая ЛЦ23А6Ж3Мц2 и т.д.

Стандарт содержит также требования к механическим свойствам материала отливок (σ_b , МПа; δ , %; НВ), рекомендуемые способы и примерное назначение литья из различных марок латуни.

Маркировка *сплавов меди с оловом или другими (кроме цинка) элементами – бронзы* – состоит из букв Бр (бронза), за которыми следуют буквы, обозначающие основные легирующие элементы (О – олово, Ц – цинк, С – свинец, Ф – фосфор, А – алюминий, Н – никель, Б – бериллий, Т – титан, Ж – железо, Мц – марганец, Мг – магний, К – кремний, Кд – кадмий, Х – хром, Ср – серебро, Су – сурьма), и цифры, указывающие их среднюю массовую долю (%). Буква Л в конце марки отличает литейную марку бронзы от ее деформируемого аналога; отсутствие буквы Л означает, что такая марка бронзы – только литейная.

На *оловянные литейные бронзы* распространяется ГОСТ 613-79 "Бронзы оловянные литейные. Марки" (например, БрОЗЦ12С5, БрО8Ц4, БрО10Ф1). В стандартах содержатся также требования по механическим свойствам термически необработанных бронз и рекомендации по их применяемости. Марки и химический состав *безоловянных бронз*, предназначенных для изготовления отливок, должны соответствовать ГОСТ 493-79 "Бронзы безоловянные литейные. Марки" (например, БрА9Мц2Л, БрА9Ж4Н4Мц1, БрСу3НЗЦ3С20Ф).

Марки, химический состав и примерное назначение *деформируемых бронз* содержатся в ГОСТ 5017-74 "Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки" (например, БрОФ8,0-0,3; БрОЦ4-3; БрОЦС4-4-2,5) и ГОСТ 18175-78 "Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки" (например, БрА5; БрАЖМц10-3-1,5; БрБНТ1,9 – содержание бериллия в этой марке 1,85-2,10 %, никеля и титана – десятые доли процента). Согласно этим стандартам цифры, указывающие среднюю массовую долю легирующих элементов, располагаются в конце буквенного обозначения в том же порядке, что и соответствующие этим элементам буквы.

Сплавы на основе магния

Марки и химический состав *деформируемых магниевых сплавов*, предназначенных для изготовления полуфабрикатов методом горячей деформации, регламентируются ГОСТ 14957-76 "Сплавы магниевые деформируемые. Марки". Обозначение марки сплава состоит из букв МА (магний деформируемый) и следующих за ними цифр, указывающих условный (порядковый) номер сплава (например, МА2, МА2-1, МА18).

На литейные магниевые сплавы распространяется ГОСТ 2856-79 "Сплавы магниевые литейные. Марки". Согласно этому стандарту обозначение марки сплава состоит из букв МЛ (магний литейный) и условного номера сплава; для некоторых сплавов в конце марки указываются индексы "пч" – повышенной чистоты или "он" – общего назначения (например, МЛ5, МЛ5пч, МЛ5он, МЛ19).

Никель и сплавы на его основе

В зависимости от химического состава ГОСТ 849-2008 "Никель первичный. Технические условия" устанавливает следующие марки *первичного никеля*, предназначенного для легирования сталей, производства сплавов и других целей (в скобках указано содержание никеля в %): Н-0 (99,99); Н-1у (99,95); Н-1 (99,93); Н-2 (99,8); Н-3 (98,6); Н4 (97,6).

Марки и химический состав *деформируемых никелевых сплавов* регламентируются ГОСТ 492-2006 "Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки". Чистый никель обозначается буквами НП (никель полуфабрикатный) и цифрами от 1 до 4 (чем меньше цифра, тем чище металл). Например, в НП1 содержание (Ni+Co) – не менее 99,9 %, а в НП4 – не менее 99,0 %. Анодный никель обозначается буквами НПА, за которыми также следуют цифры 1 или 2.

Никелевые сплавы обозначаются буквой Н (никель – основа), за которой следует буквенное обозначение основных элементов и далее через пробел цифры, соответствующие средней массовой доле этих элементов в той же последовательности (например, никель кремнистый НК 0,2; никель марганцевый НМц 2,5; алюминий НМцАК 2-2-1; хромель НХ 9).

Многие *медно-никелевые сплавы* наряду с обозначением марки имеют еще и собственные названия (пробел между буквенным обозначением и цифрами отсутствует): копель – МНМц43-0,5; константан – МНМц40-1,5; мельхиор – МНЖМц30-1-1; нейзильбер – МНЦ15-20; куниаль А – МНА13-3; куниаль Б – МНА6-1,5; манганин – МНМц3-12; монель – МНЖМц28-2,5-1,5. Стандарт содержит также указания о видах полуфабрикатов и примерном назначении различных марок сплавов. (*Примечание:* деформируемые сплавы на основе никеля, применяемые в электронной технике, регламентируются отдельным стандартом ГОСТ 19241-80 "Никель и низколегированные никелевые сплавы, обрабатываемые давлением. Марки").

Титан и сплавы на его основе

Марки титана и деформируемых титановых сплавов, предназначенных для изготовления полуфабрикатов, устанавливаются ГОСТ 19807-91 "Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки". Обозначение марки титанового сплава состоит из букв (В – высокопрочный, Т – титановый, ОТ – условное обозначение сплавов на основе системы Ti-Al-Mn, АТ – то же для системы Ti-Al) и цифр, означающих условный номер сплава. Наиболее чистый титан имеет марку ВТ1-00, далее следует титан марок ВТ1-0, ВТ1-2. Примеры обозначения марок титановых деформируемых сплавов: ОТ4-0, ВТ5, ВТ22, ПТ-3В, АТ3.

Примечание: следует иметь в виду, что с 01.01.92 г. вступил в действие ГОСТ 28873-90 "Сплавы на основе тяжелых цветных металлов, обрабатываемых давлением. Унифицированные марки". Согласно этому стандарту установлена номенклатура унифицированных марок сплавов на основе тяжелых цветных металлов, обрабатываемых давлением, допускающихся к применению без ограничения, не рекомендуемых к применению во вновь создаваемой и модернизируемой технике, а также подлежащих к снятию с производства с 01.01.92 г.

Этот стандарт распространяется на латуни, оловянные, безоловянные и низколегированные бронзы, никель, никелевые и медно-никелевые сплавы, низколегированные сплавы никеля, а также припои, не содержащие драгоценные металлы.

3. Порядок проведения практического занятия

Прежде чем прийти на занятие, студент обязан ознакомиться с данными методическими указаниями.

После обсуждения неясных вопросов с преподавателем, каждый студент получает от преподавателя задание с указанием нескольких марок цветных металлов или сплавов. Используя соответствующие стандарты или справочную литературу, студент должен в письменной форме ответить по каждой из указанных в задании марке сплава на следующие вопросы:

- к какой классификационной группе (по назначению, по способу изготовления полуфабрикатов или изделий, по содержанию примесей) относится данный металл или сплав;
- каков его химический состав;
- каковы рекомендуемые области его применения.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 11069-2001 "Алюминий первичный. Марки".
2. ГОСТ 4784-97 "Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки".
3. ГОСТ 1583-93 "Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия".
4. ГОСТ 14113-78 "Сплавы алюминиевые антифрикционные. Марки".
5. ГОСТ 859-2001 "Медь. Марки".
6. ГОСТ 15527-2004 "Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки".
7. ГОСТ 17711-93 "Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки".
8. ГОСТ 613-79 "Бронзы оловянные литейные. Марки".
9. ГОСТ 493-79 "Бронзы безоловянные литейные. Марки".
10. ГОСТ 5017-74 "Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки".
11. ГОСТ 18175-78 "Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки".
12. ГОСТ 14957-76 "Сплавы магниевые деформируемые. Марки".
13. ГОСТ 2856-79 "Сплавы магниевые литейные. Марки".
14. ГОСТ 849-2008 "Никель первичный. Технические условия".
15. ГОСТ 492-2006 "Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки".
16. ГОСТ 19807-91 "Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки".
17. Гелин Ф.Д. Металлические материалы: Справ. / Минск: Выш. шк., 1987.- 368 с.