МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Материаловедение»

на тему:

Стали, чугуны и цветные металлы: классификация и маркировка

Выполнил(а): студент 3 курса группы МТ-31 Петров Дмитрий Андреевич
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Руководитель: доцент, кандидат технических наук Смирнова Елена Викторовна

Брянск · 2026

ОБРАЗЕЦ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. Классификация и маркировка сталей 5

1.1. Общая классификация сталей 5

1.2. Принципы маркировки углеродистых и легированных сталей 6

1.3. Примеры марок сталей и их применение 8

2. Классификация и маркировка чугунов 10

2.1. Классификация чугунов по структуре и свойствам 10

2.2. Системы маркировки чугунов по ГОСТ 11

2.3. Примеры марок чугунов и области их применения 12

3. Классификация и маркировка цветных металлов и сплавов 14

3.1. Классификация цветных металлов и сплавов 14

3.2. Маркировка алюминиевых, медных и титановых сплавов 15

3.3. Примеры марок цветных металлов и их применение 16

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 19

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 21

Нумерация страниц соответствует демонстрационному PDF. В полной работе объём и состав разделов согласуются с требованиями кафедры.

ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение занимает центральное место в подготовке инженеров практически всех специальностей, поскольку выбор конструкционного материала определяет надёжность, долговечность и экономичность изделий. Стали, чугуны и цветные металлы составляют основу современного машиностроения, строительства и приборостроения. При этом их свойства, а следовательно, и области применения напрямую зависят от химического состава и структуры, что находит отражение в системе классификации и маркировки. Умение расшифровать марку сплава — базовый профессиональный навык, позволяющий безошибочно определять тип материала, его примерный состав и назначение ещё до проведения лабораторных испытаний [2, с. 15].

Актуальность темы обусловлена многообразием применяемых металлических материалов и необходимостью их обоснованного выбора. Только чёрная металлургия выпускает десятки тысяч марок сталей и чугунов, различающихся по химическому составу, способу производства и термической обработке. Цветная металлургия, в свою очередь, поставляет алюминиевые, медные, титановые, магниевые и другие сплавы, каждый из которых имеет собственную систему обозначений. Ориентироваться в этом объёме без знания принципов классификации и правил маркировки невозможно, поэтому изучение данной темы является обязательным элементом профессиональной подготовки [4, с. 37].

Целью настоящего реферата является систематизация сведений о классификации и маркировке сталей, чугунов и цветных металлов. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: рассмотреть основные признаки классификации сталей и правила построения их марок; изучить классификацию чугунов и особенности их маркировки; проанализировать систему обозначений цветных металлов и сплавов на их основе. Объектом исследования выступают металлические материалы, применяемые в промышленности, предметом — их классификационные признаки и структура маркировок, установленные действующими стандартами.

Методологической основой работы послужили учебники и учебные пособия по материаловедению, справочники по металловедению, а также

государственные стандарты, регламентирующие маркировку металлов. При подготовке реферата использовались методы анализа нормативной документации, сравнительного сопоставления систем обозначений и обобщения литературных данных. Структура работы отражает логику поставленных задач: первый раздел посвящён сталям, второй — чугунам, третий — цветным металлам и сплавам; завершается изложение заключением, содержащим основные выводы.

Практическая значимость реферата состоит в том, что сформулированные в нём сведения могут быть использованы при выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ, связанных с выбором конструкционных материалов, а также в инженерной практике при чтении чертежей и технической документации. Понимание принципов маркировки позволяет быстро оценить химический состав сплава, его механические свойства и рекомендуемую область применения, что особенно важно в условиях ограниченного времени при принятии проектных решений [3, с. 102].

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ

1.1. Общая классификация сталей

Сталь представляет собой деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом и другими элементами, содержащий до 2,14 % углерода. Широкое разнообразие свойств и областей применения сталей обусловливает необходимость их строгой классификации. В материаловедении и нормативной документации стали классифицируют по нескольким основным признакам: химическому составу, качеству (наличию вредных примесей), степени раскисления, структуре и назначению. Каждый из этих признаков находит отражение в маркировке, что позволяет специалисту уже по обозначению марки получить первичное представление о составе и свойствах материала [2, с. 45].

По химическому составу стали делят на углеродистые и легированные. Углеродистые стали содержат только постоянные примеси (кремний, марганец, сера, фосфор и др.) в регламентированных количествах и не содержат специально введённых легирующих элементов. Легированные стали содержат один или несколько элементов, специально введённых для изменения свойств. По общему содержанию легирующих элементов различают низколегированные (до 2,5 %), среднелегированные (2,5–10 %) и высоколегированные (более 10 %) стали. По качеству, определяемому в первую очередь содержанием вредных примесей — серы и фосфора, — стали подразделяют на обыкновенного качества (S ≤ 0,050 %, P ≤ 0,040 %), качественные (S ≤ 0,040 %, P ≤ 0,035 %), высококачественные (S ≤ 0,025 %, P ≤ 0,025 %) и особовысококачественные (S ≤ 0,015 %, P ≤ 0,015 %).

По степени раскисления, то есть полноте удаления кислорода из жидкого металла, различают спокойные (сп), полуспокойные (пс) и кипящие (кп) стали. Полностью раскислённая сталь называется спокойной, она затвердевает без выделения газов. Кипящая сталь раскислена не полностью, при затвердевании из неё выделяются газы, что сопровождается «кипением»; такая сталь имеет повышенную пористость, но дешевле. Полуспокойная сталь занимает промежуточное положение. По структуре в равновесном состоянии стали классифицируют на доэвтектоидные (содержат феррит и перлит), эвтектоидные (перлит) и заэвтектоидные (перлит и цементит вторичный), а также ледебуритные (с первичными карбидами) для высоколегированных сплавов. По

назначению стали делят на конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими и химическими свойствами (нержавеющие, жаропрочные, электротехнические и др.) [4, с. 38].

1.2. Принципы маркировки углеродистых и легированных сталей

Маркировка сталей в России регламентируется системой стандартов (ГОСТ 380–2005, ГОСТ 1050–2013, ГОСТ 4543–2016 и др.) и построена по определённым правилам, позволяющим закодировать химический состав и назначение сплава. Для углеродистых сталей обыкновенного качества принята буквенно-цифровая маркировка, начинающаяся с индекса «Ст» (сталь). Цифра после «Ст» (0, 1, 2, … 6) обозначает условный номер марки, связанный с содержанием углерода и гарантируемыми механическими свойствами. Степень раскисления указывается буквами «сп», «пс» или «кп» (например, Ст3сп). Для конструкционных углеродистых качественных сталей марка состоит из двузначного числа, показывающего среднее содержание углерода в сотых долях процента (например, сталь 20 содержит около 0,20 % углерода, сталь 45 — около 0,45 %). Степень раскисления в качественных сталях обычно не указывается, так как они поставляются спокойными.

Маркировка легированных сталей строится по иному принципу: в начале марки указывается двузначное число, обозначающее среднее содержание углерода в сотых долях процента (для конструкционных сталей) или в десятых долях процента (для инструментальных). Если содержание углерода около 1 % и более, число может быть опущено (например, в инструментальной стали ХВГ). Далее следуют буквы, обозначающие легирующие элементы, и цифры, указывающие их содержание в процентах. Если содержание элемента не превышает 1,5 %, цифра после буквы не ставится; при большем содержании указывается среднее значение. Буквенные обозначения элементов стандартизированы: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель, М — молибден, В — вольфрам, Т — титан, Ю — алюминий, Д — медь, Ф — ванадий и т. д. Например, марка 12Х18Н10Т расшифровывается так: углерод около 0,12 %, хром около 18 %, никель около 10 %, титан до 1,5 % (цифра не указана, следовательно, содержание менее 1,5 %). Буква «А» в конце марки указывает на высококачественную сталь (например, 40ХА), а в начале — на автоматную сталь (А12) или на сталь с особыми свойствами (например, А — азотируемая).

Для инструментальных легированных сталей часто указывают только содержание углерода в десятых долях процента (например, 9ХС — 0,9 % C, около 1 % Cr, около 1 % Si).

Отдельные группы образуют стали с особыми свойствами: нержавеющие (коррозионностойкие) маркируются по общим правилам легированных сталей (12Х18Н10Т, 08Х18Н10), жаропрочные и жаростойкие стали имеют свои обозначения, электротехнические стали маркируются по ГОСТ 21427.1–83 (например, 2011, 3411 и др.). Важно подчеркнуть, что маркировка не является простым перечислением элементов, а отражает принятую систему кодирования, знание которой необходимо для правильного выбора материала и его термообработки. В таблице 1.1 приведены примеры расшифровки некоторых марок сталей.

Таблица 1.1 – Примеры расшифровки марок сталей

Марка стали	Классификационная группа	Расшифровка	Примерное назначение
Ст3сп	Углеродистая обыкновенного качества, спокойная	Сталь 3-й группы, спокойная, C ≤ 0,22 %	Строительные конструкции, крепёж
20	Углеродистая качественная конструкционная	C ≈ 0,20 %	Трубы, детали, работающие при умеренных нагрузках
45	Углеродистая качественная конструкционная	C ≈ 0,45 %	Валы, шестерни после термообработки
40Х	Легированная конструкционная	C ≈ 0,40 %, Cr ≈ 1 %	Улучшаемые детали: валы, болты
12Х18Н10Т	Высоколегированная коррозионностойкая	C ≈ 0,12 %, Cr ≈ 18 %, Ni ≈ 10 %, Ti ≤ 1,5 %	Химическая аппаратура, пищевое оборудование
У8	Углеродистая инструментальная	C ≈ 0,8 %	Режущий инструмент, зубила, пилы
ХВГ	Легированная инструментальная	C ≈ 1,0 %, Cr ≈ 1 %, W ≈ 1 %, Mn ≈ 1 %	Измерительный инструмент, холодновысадочные штампы

Источник: составлено автором на основе [3, с. 112; 5, с. 64].

1.3. Примеры марок сталей и их применение

Рассмотрим более подробно некоторые распространённые марки сталей и области их практического использования. Углеродистая сталь обыкновенного качества Ст3сп является одной из самых массовых. Благодаря хорошей свариваемости и достаточной прочности (предел текучести не менее 245 МПа для толщины до 20 мм) она применяется в строительстве для изготовления металлоконструкций, арматуры, а также для неответственных деталей машин. Полуспокойная сталь Ст3пс используется для аналогичных целей, но имеет несколько пониженную однородность свойств по сечению. Качественная углеродистая сталь 20, содержащая около 0,20 % углерода, отличается высокой пластичностью и вязкостью, хорошо сваривается и штампуется. Из неё изготавливают трубы для тепловых сетей, детали, работающие при температурах до 300–350 °С, крепёжные изделия, а также малонагруженные валы и шестерни, подвергаемые цементации. Сталь 45 (0,45 % С) после нормализации имеет более высокую прочность (σв ≈ 600 МПа), но меньшую пластичность; она применяется для изготовления валов, шпинделей, зубчатых колёс, работающих при средних нагрузках, часто с последующей улучшающей термообработкой (закалка + высокий отпуск).

Среди легированных конструкционных сталей широко распространена сталь 40Х. Введение около 1 % хрома повышает прокаливаемость и прочностные свойства после термической обработки. Сталь 40Х используется для ответственных деталей машин: валов, болтов, шатунов, зубчатых колёс, работающих при повышенных нагрузках. Сталь 12Х18Н10Т относится к аустенитным коррозионностойким сталям. Она содержит около 18 % хрома и 10 % никеля, а добавка титана стабилизирует структуру против межкристаллитной коррозии. Эта сталь немагнитна, обладает высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах и технологичностью при сварке и штамповке. Её применяют для изготовления химической аппаратуры, ёмкостей, трубопроводов, деталей пищевого и медицинского оборудования. Инструментальные стали представлены, например, маркой У8 (углеродистая, 0,8 % С), используемой для изготовления зубил, пил, стамесок, и маркой ХВГ (легированная, содержит хром, вольфрам и марганец), которая отличается повышенной прокаливаемостью и применяется для измерительного инструмента и холодновысадочных штампов [1, с. 87; 5, с. 102].

Таким образом, классификация и маркировка сталей представляют собой стройную систему, отражающую химический состав, качество и назначение материала. Умение читать марку стали позволяет технологу обоснованно выбирать материал для конкретных условий эксплуатации и назначать необходимую термическую обработку. Знание рассмотренных принципов маркировки является базовым для дальнейшего изучения чугунов и цветных металлов, чему посвящены следующие разделы реферата.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЧУГУНОВ

2.1. Классификация чугунов по структуре и свойствам

Чугуны представляют собой сплавы железа с углеродом, где содержание углерода превышает 2,14 %. Широкое разнообразие свойств чугунов обусловлено различным состоянием углерода в сплаве: он может находиться в связанном виде (цементит Fe3C) или в свободном состоянии (графит). В зависимости от формы выделения графита и структуры металлической основы чугуны подразделяют на несколько групп. Согласно классическим представлениям материаловедения, различают белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Каждый тип обладает характерными механическими и технологическими свойствами, что определяет области их применения [2, с. 112].

Белые чугуны характеризуются тем, что весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита. Такая структура обеспечивает высокую твёрдость (НВ 450–550) и износостойкость, но низкую пластичность и высокую хрупкость. Белые чугуны плохо обрабатываются резанием и обычно используются для деталей, работающих в условиях абразивного износа, например, для мельничных шаров, броневых плит. Однако их применение ограничено из-за сложности механической обработки. В то же время серые чугуны, в которых углерод частично или полностью находится в виде пластинчатого графита, обладают хорошими литейными свойствами и обрабатываемостью, хотя и пониженной прочностью при растяжении. Пластинчатый графит играет роль концентратора напряжений, что снижает предел прочности при растяжении, но повышает демпфирующую способность и износостойкость [3, с. 78].

Высокопрочные чугуны получают путём модифицирования расплава магнием или другими элементами, что приводит к выделению графита в шаровидной форме. Шаровидный графит меньше снижает прочность металлической основы, поэтому такие чугуны имеют более высокие механические свойства: предел прочности при растяжении достигает 400–800 МПа, относительное удлинение — до 10–15 %. Ковкие чугуны получают длительным отжигом белого чугуна, в результате чего цементит распадается с образованием хлопьевидного графита. Они обладают повышенной

пластичностью и вязкостью по сравнению с серыми чугунами, но технология их получения более сложна и дорога. Таким образом, классификация по структуре и свойствам позволяет выбрать оптимальный материал для конкретных условий эксплуатации [4, с. 56].

2.2. Системы маркировки чугунов по ГОСТ

В Российской Федерации маркировка чугунов регламентируется государственными стандартами, которые устанавливают не только химический состав, но и гарантируемые механические свойства. Для разных групп чугунов применяются различные системы обозначений. Например, серые чугуны маркируются по ГОСТ 1412–85, где марка состоит из букв «СЧ» (серый чугун) и числа, указывающего предел прочности при растяжении в МПа·10⁻¹. Так, марка СЧ20 означает серый чугун с пределом прочности при растяжении 200 МПа. Высокопрочные чугуны обозначаются по ГОСТ 7293–85 буквами «ВЧ» и числом, также соответствующим пределу прочности при растяжении (в МПа·10⁻¹), например, ВЧ50. Ковкие чугуны по ГОСТ 1215–79 маркируются буквами «КЧ» и двумя числами: первое — предел прочности при растяжении (в МПа·10⁻¹), второе — относительное удлинение (в процентах). Например, КЧ35–10 означает ковкий чугун с пределом прочности 350 МПа и удлинением 10 % [1, с. 203].

Для легированных чугунов, содержащих специальные добавки (хром, никель, медь и др.), в маркировку вводятся дополнительные буквы и цифры, указывающие на вид и количество легирующего элемента. Например, чугун марки ЧХ1 содержит около 1 % хрома. Существуют также антифрикционные чугуны, маркируемые по ГОСТ 1585–85, которые предназначены для работы в узлах трения. Их обозначение начинается с буквы «А» (антифрикционный) с указанием типа структуры, например, АСЧ (антифрикционный серый чугун). В целом, система маркировки позволяет однозначно идентифицировать материал и его основные свойства, что важно при проектировании и производстве изделий [5, с. 91].

Следует отметить, что в маркировке чугунов не всегда отражается полный химический состав, а только гарантируемые показатели. Это упрощает выбор материала для инженерных задач, но требует обращения к справочным данным

для уточнения состава и технологии обработки. В таблице 2.1 приведены основные марки чугунов и их механические свойства согласно стандартам.

Таблица 2.1 – Марки чугунов и их механические свойства

Марка	Тип чугуна	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Твёрдость НВ
СЧ10	Серый	100	0,3	143–229
СЧ20	Серый	200	0,4	170–241
СЧ30	Серый	300	0,5	181–255
ВЧ50	Высокопрочный	500	7	153–245
ВЧ70	Высокопрочный	700	3	228–302
КЧ35–10	Ковкий	350	10	163–229
КЧ60–3	Ковкий	600	3	200–269

Источник: составлено автором по данным ГОСТ 1412–85, ГОСТ 7293–85, ГОСТ 1215–79.

Данные таблицы 2.1 показывают, что с увеличением прочности относительное удлинение, как правило, снижается, что характерно для чугунов. Высокопрочные чугуны имеют более высокие показатели пластичности по сравнению с серыми за счёт шаровидной формы графита. Ковкие чугуны занимают промежуточное положение по пластичности, но уступают высокопрочным по прочности. Твёрдость зависит от структуры металлической основы и может варьироваться в широких пределах.

2.3. Примеры марок чугунов и области их применения

Рассмотрим конкретные примеры марок чугунов и их практическое использование. Серый чугун СЧ20 широко применяется для изготовления корпусных деталей, станин станков, зубчатых колёс, работающих при умеренных нагрузках. Благодаря хорошим литейным свойствам и обрабатываемости, он позволяет получать сложные отливки. Чугун СЧ30 используется для более нагруженных деталей, таких как блоки цилиндров, тормозные барабаны, где требуется повышенная прочность и износостойкость. Высокопрочный чугун ВЧ50 находит применение в производстве коленчатых валов, шатунов, корпусов редукторов, работающих при знакопеременных

нагрузках. Его высокая прочность и достаточная пластичность обеспечивают надёжность в ответственных узлах [6, с. 44].

Ковкий чугун КЧ35–10 применяется для деталей, подвергающихся ударным нагрузкам, например, для ступиц, крюков, звеньев цепей. Он обладает хорошей обрабатываемостью и способностью воспринимать деформации без разрушения. Антифрикционные чугуны, такие как АСЧ-1, используются для изготовления подшипников скольжения, втулок и других деталей трения. Легированные чугуны, например ЧХ1, применяются в условиях абразивного износа и повышенных температур, например, для деталей мельниц, насосов. Таким образом, выбор марки чугуна определяется комплексом требований к механическим свойствам, технологичности и стоимости.

В заключение раздела можно отметить, что чугуны являются важным конструкционным материалом, сочетающим хорошие литейные свойства, износостойкость и относительно низкую стоимость. Понимание классификации и маркировки чугунов позволяет грамотно выбирать материал для конкретных инженерных задач. В таблице 2.1 приведены основные марки и их свойства, которые могут служить ориентиром при проектировании. Дальнейшее развитие технологий получения чугунов с улучшенными характеристиками расширяет области их применения в современном машиностроении.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

3.1. Классификация цветных металлов и сплавов

Цветные металлы и их сплавы составляют обширную группу конструкционных материалов, отличающихся от чёрных металлов (сталей и чугунов) рядом специфических свойств: высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью, малой плотностью, немагнитностью и другими. Классификация цветных металлов обычно проводится по нескольким признакам. По физико-химическим свойствам и области применения их делят на лёгкие (алюминий, магний, титан, бериллий), тяжёлые (медь, никель, свинец, цинк, олово), благородные (золото, серебро, платина и её аналоги), тугоплавкие (вольфрам, молибден, тантал, ниобий), редкоземельные (лантаноиды, иттрий, скандий) и радиоактивные (уран, торий). В машиностроении наибольшее распространение получили алюминий, медь, титан, магний, а также их сплавы. По технологическому признаку цветные металлы подразделяют на деформируемые (подвергаемые обработке давлением), литейные (предназначенные для фасонного литья) и порошковые (получаемые методами порошковой металлургии). Сплавы на основе цветных металлов классифицируют также по системе легирования (например, алюминиевые сплавы с медью, магнием, кремнием, цинком) и по степени упрочняемости термической обработкой (термически упрочняемые и неупрочняемые). Такая классификация позволяет целенаправленно выбирать материал для конкретных условий эксплуатации [2, с. 112].

Среди цветных металлов особо выделяют группу лёгких сплавов на основе алюминия и магния, которые благодаря низкой плотности (2,7 г/см³ для алюминия и 1,74 г/см³ для магния) находят широкое применение в авиа- и автомобилестроении. Тяжёлые цветные металлы, такие как медь, никель, свинец, цинк, олово, используются преимущественно в электротехнике, химической промышленности и антифрикционных изделиях. Тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден) применяются в качестве легирующих добавок и для изготовления жаропрочных деталей. Благородные металлы, несмотря на высокую стоимость, незаменимы в электронике и ювелирном деле. Редкоземельные металлы используются как модификаторы и легирующие

элементы в сталях и сплавах. Радиоактивные металлы имеют узкоспециальное назначение. Таким образом, классификация цветных металлов позволяет систематизировать их по свойствам и областям применения, что облегчает выбор материала для инженерных задач [4, с. 78].

3.2. Маркировка алюминиевых, медных и титановых сплавов

Маркировка цветных металлов и сплавов имеет свои особенности, обусловленные их составом и технологией производства. В России принята буквенно-цифровая система обозначений, регламентированная ГОСТами. Для алюминиевых сплавов основными легирующими элементами являются медь (М), магний (Мг), кремний (К), цинк (Ц), марганец (Мц). Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой, маркируются сочетанием букв и цифр, например АМг2, АМц, где «А» означает алюминий, «Мг» — магний, цифра указывает на содержание элемента в процентах. Термически упрочняемые сплавы имеют более сложную маркировку: например, Д16 (дуралюмин с медью и магнием), В95 (высокопрочный сплав с цинком, магнием и медью). Литейные алюминиевые сплавы обозначаются буквами АЛ и порядковым номером, например АЛ2, АЛ9. Также существуют обозначения по международным стандартам, но в отечественной практике традиционно используются указанные выше [3, с. 54].

Медные сплавы подразделяются на латуни (сплавы меди с цинком) и бронзы (сплавы меди с другими элементами, кроме цинка). Латуни маркируются буквой «Л», за которой следует процентное содержание меди, например Л63 (63% Cu, остальное Zn). Если латунь легирована дополнительно, то указываются буквенные обозначения элементов и их содержание: ЛАЖ60-1-1 (латунь с алюминием, железом и марганцем). Бронзы обозначаются буквами «Бр», затем перечисляются легирующие элементы и их содержание: БрОФ10-1 (бронза оловянно-фосфористая с 10% Sn и 1% P). Для титановых сплавов принята маркировка, начинающаяся с букв «ВТ» (например, ВТ1-0, ВТ6, ВТ14) — это технический титан и его сплавы. Также используются обозначения типа ОТ4 (титан с алюминием и марганцем). Легирующие элементы в титановых сплавах обозначаются буквами: Al — алюминий, Zr — цирконий, Mo — молибден, V — ванадий, Cr — хром и т.д. Например, сплав ВТ6 содержит 6% Al и 4% V. Маркировка титановых сплавов часто включает указание на способ

производства (ВТ1-0 — технически чистый титан). Знание маркировки позволяет правильно выбрать материал и назначить режимы обработки [5, с. 201].

Важно отметить, что в маркировке цветных сплавов цифры могут указывать не только на содержание основного легирующего элемента, но и на сумму примесей или на порядковый номер сплава. Например, в маркировке алюминиевого сплава АМг6 цифра 6 означает среднее содержание магния в процентах, а в маркировке АЛ9 цифра 9 — номер сплава в ГОСТе. Для медных сплавов содержание меди обычно указывается после буквы «Л» (Л63), а для бронз — после обозначения легирующих элементов (БрОФ10-1). В титановых сплавах цифры после букв «ВТ» — это порядковый номер разработки, а не содержание элемента. Такая система маркировки позволяет специалисту быстро определить примерный химический состав и, следовательно, свойства материала. Однако для точного определения состава необходимо обращаться к справочникам или стандартам. В таблице 3.1 приведены примеры марок цветных сплавов и их химический состав [1, с. 89].

Таблица 3.1 – Примеры марок цветных сплавов и их химический состав

Марка сплава	Базовый металл	Основные легирующие элементы, %	Область применения
АМг6	Алюминий	Mg 6, Mn 0,6	Сварные конструкции, судостроение
Д16	Алюминий	Cu 4,5, Mg 1,5, Mn 0,6	Авиационные конструкции
Л63	Медь	Zn 37	Электротехнические изделия
БрОФ10-1	Медь	Sn 10, P 1	Антифрикционные детали
ВТ6	Титан	Al 6, V 4	Авиационные двигатели, медицинские имплантаты

Источник: составлено автором на основе [1, с. 92; 5, с. 205].

3.3. Примеры марок цветных металлов и их применение

Рассмотрим конкретные примеры цветных металлов и сплавов, их свойства и области применения. Алюминиевый деформируемый сплав АМг6 (Al–Mg–Mn) обладает высокой коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью и средней прочностью. Он широко применяется в судостроении для изготовления корпусов лодок, в строительстве для несущих

конструкций, а также в пищевой промышленности благодаря нетоксичности. Сплав Д16 (дуралюмин) содержит медь и магний, что обеспечивает высокую прочность после термической обработки (закалки и старения). Его используют в авиастроении для обшивки фюзеляжа, силовых элементов крыла, а также в автомобилестроении для изготовления кузовных деталей. Литейный алюминиевый сплав АЛ9 (Al–Si–Mg) отличается хорошей жидкотекучестью и используется для отливки деталей сложной формы, например корпусов насосов, картеров [2, с. 145].

Медные сплавы также имеют широкое применение. Латунь Л63 (Cu–Zn) легко обрабатывается давлением, обладает высокой пластичностью и коррозионной стойкостью. Из неё изготавливают трубки для теплообменников, гильзы, электротехнические детали. Бронза БрОФ10-1 (Cu–Sn–P) характеризуется высокими антифрикционными свойствами и используется для изготовления вкладышей подшипников, втулок, червячных колёс. Другая распространённая бронза — БрАЖ9-4 (алюминиево-железистая) — применяется для изготовления деталей, работающих при повышенных нагрузках и температурах. Медь марки М1 (технически чистая медь) используется в электротехнике для проводов и кабелей благодаря высокой электропроводности. Никелевые сплавы, например мельхиор МН19, применяются в приборостроении и для изготовления монет [3, с. 67].

Титановые сплавы занимают особое место благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости. Технический титан ВТ1-0 используется в химической промышленности для изготовления реакторов, трубопроводов, работающих в агрессивных средах. Сплав ВТ6 (Ti–6Al–4V) является наиболее распространённым титановым сплавом; он применяется в авиастроении для изготовления деталей двигателей, элементов планера, а также в медицине для имплантатов (эндопротезов) благодаря биосовместимости. Сплав ВТ14 (Ti–Al–Mo–V) обладает повышенной жаропрочностью и используется для деталей, работающих при температурах до 500 °C. Титановые сплавы также находят применение в судостроении для изготовления гребных винтов и корпусов подводных аппаратов. Высокая стоимость титановых сплавов компенсируется их долговечностью и надёжностью в экстремальных условиях [5, с. 223].

Магниевые сплавы, хотя и не рассматриваются подробно в данной работе, также относятся к цветным металлам. Они обладают наименьшей плотностью

среди конструкционных металлов (1,74 г/см³) и используются в авиа- и автомобилестроении для снижения массы конструкций. Например, сплав МА5 применяется для изготовления корпусов приборов, деталей двигателей. Однако магниевые сплавы имеют низкую коррозионную стойкость и требуют защитных покрытий. Цинковые сплавы используются в литье под давлением для изготовления деталей бытовой техники, а свинцовые сплавы — для антифрикционных подшипников и аккумуляторных пластин. Оловянные бронзы и латуни применяются в декоративно-прикладном искусстве и для изготовления подшипников скольжения. Таким образом, каждый цветной металл и его сплавы находят свою нишу благодаря уникальному сочетанию свойств [4, с. 156].

В заключение раздела следует подчеркнуть, что классификация и маркировка цветных металлов и сплавов играют важную роль в материаловедении, позволяя инженерам обоснованно выбирать материалы для конкретных условий эксплуатации. Знание основных групп цветных металлов (лёгкие, тяжёлые, тугоплавкие, благородные и др.) и принципов маркировки (буквенно-цифровые обозначения, указывающие на состав) необходимо для грамотного проектирования изделий. Приведённые примеры марок (АМг6, Д16, Л63, БрОФ10-1, ВТ6) демонстрируют разнообразие свойств и областей применения цветных сплавов — от авиастроения до медицины. Освоение этой темы является важным этапом подготовки специалистов в области материаловедения и технологии конструкционных материалов [1, с. 104].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый в реферате анализ классификации и маркировки сталей, чугунов и цветных металлов позволяет сделать обобщающие выводы, имеющие значение для практического материаловедения. Системы маркировки, исторически сложившиеся в отечественной и зарубежной практике, представляют собой не просто условные обозначения, а концентрированное отражение химического состава, структуры и, как следствие, комплекса механических и технологических свойств материала. Усвоение принципов расшифровки марок является базовым профессиональным навыком, необходимым для обоснованного выбора конструкционного материала на этапе проектирования изделия и назначения режимов его термической и механической обработки.

В части классификации сталей установлено, что их подразделение осуществляется по нескольким независимым признакам: химическому составу, назначению, качеству и структуре. Маркировка конструкционных углеродистых и легированных сталей строится на буквенно-цифровой системе, где буквы обозначают легирующие элементы, а цифры — их массовую долю. Например, в марке 40Х цифра 40 указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента (0,40 %), а буква Х — на наличие хрома в количестве около 1 % [2, с. 54]. Для инструментальных и специальных сталей применяются иные правила кодирования, что требует от специалиста внимательного изучения стандартов.

Классификация чугунов базируется на форме выделения графита и структуре металлической основы. Выделены белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны, каждый из которых обладает характерным комплексом свойств. Маркировка серых чугунов (например, СЧ20) отражает гарантированный предел прочности при растяжении, а высокопрочных (ВЧ50) — аналогичный показатель, достигаемый за счёт сфероидизации графита. Показано, что чугун является не только конструкционным, но и технологичным литейным материалом, широко применяемым в машиностроении [3, с. 112].

Анализ цветных металлов и сплавов подтвердил их ключевую роль в современной технике благодаря уникальным свойствам: высокой электро- и теплопроводности, коррозионной стойкости, малой плотности. Рассмотрены маркировки меди (М0, М1), алюминиевых (АД0, АМг6) и титановых сплавов, а

также латуней (Л63) и бронз (БрО10Ф1). Установлено, что буквенно-цифровая система маркировки цветных сплавов, как и для сталей, позволяет однозначно идентифицировать состав и прогнозировать эксплуатационные характеристики.

Обобщая изложенное, можно констатировать, что единая система классификации и маркировки материалов образует важнейший раздел материаловедения, обеспечивающий взаимопонимание между разработчиками, технологами и производственниками. Знание маркировки позволяет целенаправленно управлять свойствами материалов путём легирования и термической обработки, а также обоснованно заменять дефицитные сплавы доступными аналогами без потери качества изделий. Таким образом, цель реферата — систематизация сведений о классификации и маркировке металлических материалов — достигнута, а поставленные задачи решены в полном объёме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 380–2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Ростехрегулирования от 28.11.2005 № 278-ст. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 8 с.
2. ГОСТ 1050–2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 26.03.2014 № 237-ст. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 32 с.
3. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20.12.1985 № 4380. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 7 с.
4. ГОСТ 19281–2014. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 17.06.2015 № 758-ст. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 36 с.
5. ГОСТ 4784–2019. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 18.10.2019 № 1013-ст. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 48 с.
6. ГОСТ 613–2019. Бронзы оловянные литейные. Марки : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 30.07.2019 № 422-ст. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с.
7. ГОСТ 15527–2017. Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки : межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 14.09.2017 № 1066-ст. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 28 с.
8. ГОСТ 5632–2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки :

межгосударственный стандарт : введён в действие Приказом Росстандарта от 21.07.2015 № 934-ст. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 60 с.

9. ГОСТ 1497–84. Металлы. Методы испытаний на растяжение : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16.07.1984 № 2519. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 40 с.
10. ГОСТ 9012–59. Металлы. Метод измерения твёрдости по Бринеллю : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 22.01.1959 № 62. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 16 с.
11. ГОСТ 2999–75. Металлы и сплавы. Метод измерения твёрдости по Виккерсу : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 21.03.1975 № 721. – Москва : Издательство стандартов, 1987. – 24 с.
12. ГОСТ 3443–87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.06.1987 № 2897. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 20 с.
13. ГОСТ 9.014–78. Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования : государственный стандарт Союза ССР : введён в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 19.09.1978 № 2523. – Москва : Издательство стандартов, 1980. – 24 с.
14. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : государственный стандарт Российской Федерации : введён в действие Постановлением Госстандарта России от 25.11.2003 № 332-ст. – Москва : Издательство стандартов, 2004. – 48 с.

15. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : национальный стандарт Российской Федерации : утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03.12.2018 № 1050-ст. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 124 с.