

КЛАССИФИКАЦИЯ, МАРКИРОВКА И ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Для каждой марки материала последовательно ответить на следующие вопросы:

1. Указать основу сплава. Привести полное название сплава.
2. Расшифровать буквы и цифры в марке.
3. Привести данные о применении материала.
4. Рекомендовать режим термической обработки, обеспечивающий рабочие свойства материала.
5. Указать вид материала по способу изготовления заготовки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научить студентов путем использования знаний, приобретенных на лекциях или при изучении учебника, определить химический состав материала по его марке, а по нему устанавливать область его применения для изделий различного назначения.

В зависимости от назначения материалы принято делить на две большие группы – конструкционные и инструментальные. Каждая из этих групп материалов подразделяется на три большие группы: сплавы на основе железа (сталь и чугун), цветные металлы (медь, алюминий, титан, олово и др.) и сплавы на их основе, например сплавы на основе меди (латуни, бронзы и др.), сплавы на основе алюминия (дуралюмины, силумины и др) и т.п.. В зависимости от состава, структуры и назначения конструкционные материалы подразделяются на несколько групп.

В работе рассматриваются металлы и сплавы, которые в настоящий момент нашли наиболее широкое применение в общем машиностроении для изготовления деталей машин и оборудования, а также для изготовления инструментов, используемых для обработки материалов: сплавы на основе железа (стали и чугуны), цветные металлы (медь, алюминий, титан, олово), сплавы на основе цветных металлов.

2.1. Классификация, маркировка и применение конструкционной стали

Конструкционную сталь подразделяют на две большие группы – углеродистую и легированную. Стали, как правило, являются деформируемыми. Заготовки из них изготавливают обработкой давлением.

Углеродистая, в свою очередь, подразделяется на несколько подгрупп. (см. табл. 1).

Таблица 1. Сталь конструкционная углеродистая (некоторые марки и область применения)

Обыкновенного качества ГОСТ 380-94	Качественная (машиностроительная)	Автоматная ГОСТ 1414-75E
Номер: 0, 1, 2, 3, 4, 5.	ГОСТ 1050-88 Низкоуглеродистая ($C < 0,3 \%$): Некоторые марки сталей: 05кп; 08 пс;	Некоторые марки сталей: А11, А20, А30, АС14, АС40 и др.

<p>Степень раскисления: кп - кипящая; пс - полуспокойная; сп - спокойная. Индекс сп может не указываться.</p> <p>Некоторые марки сталей: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст5сп, Ст6пс и др.</p> <p>№ 0 - для ответственных деталей: арматура, шайбы, перила, кожухи, обшивки; № 1 - для изделий ширпотреба (замки, дверные ручки, шпингалеты и др.); № 2, 3, 4 - преимущественно в строительстве; № 5, 6 - для ответственных деталей машин (тяги, оси, кронштейны, пальцы, крышки)</p>	<p>10; 20, 25 и др. Для изделий, изготавливаемых глубокой вытяжкой, и для изделий, подвергаемых цементации.</p> <p>Среднеуглеродистая (C = 0,3-0,5 %). Некоторые марки сталей: 30, 35, 40, 45, 50. С повышенным содержанием углерода (0,5 % < C < 0,65). Некоторые марки сталей: 55, 58, 60. Среднеуглеродистые и с повышенным содержанием углерода - для ответственных деталей машин, работающих в тяжелых условиях. Могут применяться в улучшенном состоянии (после закалки и высокого отпуска).</p> <p>ГОСТ 14959-79 Рессорно-пружинная: Некоторые марки сталей: 65, 70, 75, 80, 85. Для пружин и рессор небольшого сечения, в котором обеспечивается сквозная прокаливаемость.</p>	<p>Для ответственных изделий массового производства, изготавливаемых на станках-автоматах.</p> <p>Низкоуглеродистые (C < 0,3 %) применяют без термической обработки; среднеуглеродистые (C = 0,3-0,5 %) могут применяться после улучшения.</p>
---	--	---

Самая дешевая – **сталь обыкновенного качества**. Она содержит наибольшее количество вредных примесей (серу и фосфор) и поэтому более хрупкая по сравнению с качественной. Применяют ее без упрочняющей термической обработки в основном в строительстве и для ответственных деталей машин, а также для изготовления изделий, используемых в быту: сковородки, ручки, замки и другие изделия ширпотреба. Сталь обыкновенного качества маркируют в соответствии с ГОСТ 380-88 по буквенно-цифровой системе. В начале марки пишут две буквы Ст, что сокращенно обозначает слово сталь. Затем пишут цифру (от 0 до 6), которая обозначает условный номер стали. Номер стали зависит от ее химического состава. За номером указывается степень раскисления (кп – кипящая, пс – полуспокойная или сп – спокойная). Сталь Ст0 не подразделяется по степени раскисления. Иногда в некоторых марках стали после номера может стоять буква “Г”. Это означает, что сталь содержит повышенное содержание марганца, по сравнению с аналогичной маркой без этой буквы.

В начале марки стали обыкновенного качества могут стоять буквы А, Б или В.

Стали группы А поставляются с определёнными регламентированными механическими свойствами. Их химический состав не регламентируется. Эти стали применяются в конструкциях, узлы которых не подвергаются горячей обработке — ковке, горячей штамповке, термической обработке и т. д. В связи с этим механические свойства горячекатанной стали сохраняются.

Стали группы Б поставляются с определённым регламентированным химическим составом, без гарантии механических свойств. Эти стали применяются в изделиях, подвергаемых горячей обработке, технология которой зависит от их химического состава, а конечные механические свойства определяются самой обработкой.

Стали группы В поставляются с регламентируемыми механическими свойствами и химическим составом. Эти стали применяются для изготовления сварных конструкций. Их

свариваемость определяется химическим составом, а механические свойства вне зоны сварки определены в состоянии поставки. Такие стали применяют для более ответственных деталей.

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050-88) маркируется двузначным числом, которое обозначает среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента (08, 10, 10кп, 15, 15пс, 20, 25 и так далее до 60). После числа указывается степень раскисления (кп или пс). Отсутствие индекса, обозначающего степень раскисления, означает, что сталь спокойная. Качественная конструкционная углеродистая сталь применяется в основном для изготовления ответственных деталей машин; низкоуглеродистая – в основном для деталей, изготавливаемых глубокой вытяжкой (так как обладает высокой пластичностью) или подвергаемых цементации; среднеуглеродистая – для деталей, работающих в тяжелых условиях. Детали небольших размеров могут подвергаться улучшению (закалке и высокому отпуску), а детали сечением более 20 мм обычно применяются после нормализации (иногда в отожженном состоянии). Конструкционная сталь с повышенным и высоким содержанием углерода (равным или превышающим 0,65 %) применяется в основном для изготовления рессор и пружин.

Сталь повышенной и высокой обрабатываемости резанием (автоматные стали) маркируется буквой А и числом, которое указывает на содержание углерода в сотых долях процента. Эти стали предназначены для изготовления изделий на станках-автоматах. Отличительной особенностью автоматных сталей от других конструкционных является повышенное содержание в них серы (до 0,3 %) и фосфора (до 0,5 %). Кроме того, в некоторых случаях добавляют свинец (0,1 – 0,2 %). Тогда в марке пишут букву С. Все это способствует облегчению обработки резанием (повышает стойкость режущего инструмента и обеспечивает лучшее качество обрабатываемой поверхности), однако ухудшает механические свойства (понижает пластичность и вязкость) и коррозионную стойкость. Иногда для повышения механических свойств и прокаливаемости автоматные стали легируют хромом, марганцем, никелем, молибденом. В этом случае в марке пишут соответствующие буквы (см. ниже). Автоматные стали применяют для изготовления крепежа, а также деталей машин. Изготавливают такие изделия на станках-автоматах.

Легирующая конструкционная сталь маркируется по химическому составу. (см. табл. 2).

Таблица 2. Сталь конструкционная легирующая (некоторые марки и область применения)

Некоторые марки	Применение
СТРОИТЕЛЬНАЯ (повышенной прочности)	
ГОСТ 19281-89	
09Г2, 17ГС, 10Г2БС, 10ХСНД, 18Г2АФ и др.	Для элементов сварных конструкций. Применяются в состоянии поставки.
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ	
Цементуемая	
ГОСТ 4543-71	
15Х, 25ХГНМ, 12Х2Н4А, 20ХН3А и др.	Для деталей машин, работающих в условиях трения. Для упрочнения поверхностного слоя применяется цементация, закалка и низкий отпуск.

Улучшаемая

ГОСТ 4543-71

40X, 40XНМА, 30XН2ВФ, 40XН,
30XН3 и др.

Для ответственных деталей машин.
Применяется после улучшения (закалки и высокого отпуска)

Рессорно-пружинная

ГОСТ 4543-71

50XГ, 50XФА, 60Г, 60С2Г, 70Г и
др.

Пружины, торсионные валы, пружинные кольца, шайбы
пружинные.
Применяется после закалки и среднего отпуска.

Подшипниковая

ГОСТ 801-78

ШХ4, ШХ15, ШХ15СГ и др.

Для деталей подшипников качения.
Применяется после закалки и низкого отпуска.

Повышенной и высокой обрабатываемости резанием (автоматная)

ГОСТ 1414-75

АС12ХН, АС15ХГН, АС20ХГНМ,
АС40ХГНМ и др.

Для деталей машин, изготавливаемых на станках-автоматах.
Различные детали в автомобилестроении.
Низкоуглеродистая применяется без термической обработки,
среднеуглеродистая - после улучшения (закалки и высокого
отпуска)

С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ (специальными)

Коррозионно-стойкая хромовая

ГОСТ 5632-72

08X13, 20X13, 40X13, 12X17,
08X17 и др.

Для изделий, работающих в слабоагрессивных средах.
Режим термической обработки выбирается в зависимости от
требуемых свойств.

Коррозионно-стойкая хромоникелевая

ГОСТ 5632-72

08X18Н10, 12X18Н10Т,
10X14Г14Н4Т и др.

Для изделий, работающих в сильноагрессивных средах.
Аустенитные стали могут применяться для изготовления
низкотемпературного оборудования.
Для получения аустенитной структуры применяют закалку.

Жаростойкая окалиностойкая)

ГОСТ 5632-72

15X25Т, 12X18Н9, 40X9С2,
12X17, 40X10С2М и др.

Для изделий, работающих при повышенных и высоких
температурах.

Жаропрочная

ГОСТ 5632-72

12ХМФ, 12Х2МФБ,

Для изделий, сохраняющих свойства при повышенных и высоких

45X4H14B2M, 40X15H7Г2Ф2М и др.	температурах.
Износостойкая	
ГОСТ 5632-72	
95X18, 110Г13Л и др.	Для изделий, работающих в условиях трения при сильных ударах (железнодорожные стрелки, траки гусеничных машин, била камнедробилок и др.)
Электротехническая	
ГОСТ 21427-72	
1211, 1212, 1311, 2211, 3311 и др.	Магнитомягкая сталь для электромагнитов.
Для постоянных магнитов	
ГОСТ 6862-72	
ЕХ, ЕХ3, ЕХ9К15М и др.	Магнитотвердая сталь для постоянных магнитов.

В марке указывается среднее содержание углерода в сотых долях процента (двузначное число в начале марки) и легирующие элементы (буквы русского алфавита с цифрами после соответствующей буквы, которые указывают примерное содержание данного элемента в процентах). Химические элементы в марках стали обозначаются следующими буквами: А – азот; Б – ниобий; В – вольфрам; Г – марганец; М – молибден; Д – медь; Н – никель; Е – селен; Т – титан; П – фосфор; К – кобальт; Р – бор; Х – хром; С – кремний; Ц – цирконий; Ф – ванадий; Ю – алюминий.

Часть обозначений совпадает с начальными буквами русских названий этих элементов, а в остальных случаях не совпадает.

Буква А имеет тройное значение: 1) если стоит в начале марки, то обозначает автоматную сталь, предназначенную для изготовления мелких неотчетственных изделий на станках-автоматах; 2) внутри марки указывает на легирование стали азотом; 3) стоящая в конце марки обозначает высококачественную сталь, т.е. с минимальным количеством вредных примесей.

Стали и сплавы, полученные специальными методами, дополнительно обозначают через тире в конце марки следующими буквами: ВД – вакуумно-дуговой переплав, Ш – электрошлаковый переплав, ВИ – вакуумно-индукционная плавка.

Если после буквы, обозначающей определенный химический элемент в стали, не стоят цифры, то его содержание примерно равно 1 %.

Примеры:

15ХСНД (сталь содержит 0,15 % углерода, около 1 % хрома, кремния, никеля, меди каждого).
08Х18Н10Т (сталь содержит 0,08 % углерода, 18 % хрома, 10 % никеля, 1 % титана). Сталь является высоколегированной, т.к. суммарное содержание легирующих элементов более 10 %.

Область применения легированной конструкционной стали существенно зависит от ее химического состава (содержания углерода и легирующих элементов).

Так, низколегированная сталь, содержащая дешевые элементы (Cr, Si, Mn) и менее 0,25 % углерода, хорошо сваривается, незначительно дороже углеродистой и поэтому используется в основном в строительстве. Применяется без термической обработки. За счет легирования ее прочность примерно на 25 % выше по сравнению с углеродистой. Это позволяет существенно

экономить металл и облегчить конструкцию. По ГОСТ 19281-89 она называется сталь повышенной прочности.

Строительные стали могут также маркироваться буквой С и цифрой, показывающей категорию прочности, например С235: строительная сталь, имеющая предел текучести 235 МПа. в конце марки может стоять буква "К". Это значит, что сталь котельная.

Низкоуглеродистую конструкционную сталь применяют также для изготовления деталей машин, которые подвергают цементации.

В отличие от строительной, цементуемая сталь может содержать большее количество легирующих, прокаливаемости, что обеспечивает более высокую прочность сердцевины детали (по сравнению с углеродистой, содержащей аналогичное количество углерода).

Среднеуглеродистая легированная сталь, содержащая 0,3 – 0,45 % С, применяется в основном для изготовления сильно нагруженных деталей машин, работающих при динамических нагрузках. Детали машин, изготавливаемые из такой стали, обязательно подвергаются закалке и высокому отпуску (улучшению) для обеспечения оптимального сочетания механических свойств. Основная цель легирования такой стали – повышение прокаливаемости.

Конструкционная легированная сталь с более высоким содержанием углерода (равным или превышающим 0,5 %С) применяется в основном для пружин и рессор. Ее чаще всего легируют кремнием (для повышения жесткости и упругости), а также другими элементами (Cr, Ni и пр.) с целью повышения прокаливаемости. Изделия из такой стали чаще всего подвергают закалке и среднему отпуску. Это обеспечивает максимальную упругость стали.

Высоколегированная сталь (содержащая более 10 % легирующих элементов, относится в основном к сталям со специальными свойствами: жаростойкой, жаропрочной, коррозионно-стойкой и другим.

Жаростойкой называют сталь, устойчивую против окисления при нагреве свыше 500 °С. Жаростойкость стали повышает хром, алюминий и кремний. Чем выше их содержание в стали, тем выше ее жаростойкость. Однако алюминий и кремний в больших количествах сильно повышают хрупкость стали. Поэтому жаростойкие стали легируют в основном хромом. Иногда для повышения пластичности добавляют никель. Сталь жаростойкая до 700, 800, 900, 1000, 1200 °С должна содержать соответственно не менее 6, 10, 18, 25, 30 % хрома.

Жаропрочные стали способны противостоять механическим нагрузкам при высокой температуре. Жаропрочные стали, применяемые для работы при температурах выше 500 °С, должны быть одновременно и жаростойкими. Поэтому они должны содержать необходимое количество хрома, который повышает не только жаростойкость, но и жаропрочность. В сталях перлитного класса существенно повышают жаропрочность молибден в небольших количествах (около 1 %) и ванадий.

Коррозионно-стойкие стали одновременно являются и жаростойкими. К коррозионно-стойким относят стали, содержащие 13 и более процентов Cr. Различают хромистые, хромо-никелевые, хромо-никель-марганцевые и др. виды коррозионностойких сталей. Легирование никелем (или заменителем никеля - марганцем) позволяет повысить коррозионную стойкость и получить аустенитную структуру. Такие стали обладают высокой пластичностью и вязкостью, а благодаря аустенитной структуре могут применяться при низких температурах.

Иногда сталь маркируют в зависимости от области ее применения. Каждая группа стали обозначается определенной буквой, которая ставится первой. За этой буквой ставят буквы и цифры, которые, как и в легированных сталях, обозначают легирующие элементы и их количество. Например, буквой Ш обозначают подшипниковую сталь, Е – сталь для постоянных магнитов, Э – электротехническая сталь.

Примеры:

ШХ15-В – подшипниковая сталь, легированная хромом примерно 1,5 % (в подшипниковой стали содержание хрома указывают в десятых долях процента). В – вакуумированная.
ЕХЗ - сталь для постоянных магнитов, легированная 3 % хрома.

Электротехнические стали маркируют по ГОСТ 21427.0-75 четырехзначным числом, например 1211 (Э11), 1213 (Э13), 1311 (Э21) и другие (в скобках приведена устаревшая маркировка). Первая цифра означает класс по структурному состоянию и виду прокатки. Вторая – содержание кремния в процентах, третья – группу основной нормируемой характеристики. Четвертая – порядковый номер типа стали. Вместе первые три цифры означают тип стали.

Нестандартные стали, выпускаемые различными заводами, маркируют особыми буквами: ЭИ – электросталь исследовательская; ЭП – электросталь пробная. Стали, выпускаемые заводом “Днепроспецсталь”, маркируют ДИ, а Златоустовским металлургическим заводом – ЗИ. Во всех случаях после букв пишут порядковый номер (ЭИ417, ЭП67, ДИ8 и т.д.).

Стали имеют высокую пластичность, но низкие литейные свойства. Поэтому из сталей заготовки получают в основном обработкой давлением (ковкой, штамповкой, прокаткой, волочением и другими способами).

Вместе с тем, стали используют для получения отливок достаточно часто. В этом случае используют литейные стали. В конце марки таких сталей ставят букву “Л”, например 25Л. Но и эти стали имеют литейные свойства хуже, чем чугуны и могут применяться только для толстостенных отливок.

2.2. Маркировка и применение чугунов

Литейные чугуны, применяемые для изготовления деталей машин, маркируются по механическим свойствам. Это связано с тем, что одному и тому же химическому составу могут соответствовать различные механические свойства, так как свойства чугунов зависят не только от состава, но и других факторов. Существенным недостатком белых и серых чугунов является высокая хрупкость. Ковкие и высокопрочные чугуны имеют более высокую пластичность, тем не менее они по пластичности заметно уступают стали. Чугуны хуже сталей работают на растяжение, особенно серые.

В начале каждой марки всегда пишут две буквы, которые означают вид чугуна:

СЧ – серый чугун,

КЧ – ковкий чугун,

ВЧ – высокопрочный чугун.

В марках чугунов после соответствующих букв указывается минимальное значение временного сопротивления на разрыв, а в ковких после тире ставят еще второе число, обозначающее минимальное относительное удлинение, т.е. пластичность. У серых чугунов пластичность (относительное удлинение) близко к нулю. В старом гос. стандарте второе число в марках серого чугуна соответствовало пределу прочности при изгибе в килограммах силы на миллиметр квадратный, а в марках высокопрочных чугунов – относительному удлинению.

Примеры:

СЧ15 – серый чугун, $\sigma_{\text{в}} \geq 150 \text{ Н/мм}^2$ ($\approx 15 \text{ кгс/мм}^2$).

КЧ30-6 – ковкий чугун, $\sigma_v \geq 300 \text{ Н/мм}^2$ ($\approx 30 \text{ кгс/мм}^2$), $\delta = 6 \%$).

ВЧ70 – высокопрочный чугун, $\sigma_v \geq 700 \text{ Н/мм}^2$ ($\approx 70 \text{ кгс/мм}^2$).

Чугуны, обладая хорошими литейными свойствами, широко применяются для деталей сложной формы, которые целесообразно изготавливать литьем.

Наиболее распространенным является серый чугун, т.к. он самый дешевый. Однако из-за высокой хрупкости его можно применять только для малонагруженных деталей, работающих при статической нагрузке, а также для деталей, работающих на сжатие (хрупкие металлы очень плохо работают на растяжение).

Для ответственных деталей, изготавливаемых литьем и работающих в тяжелых условиях при динамических нагрузках, следует применять ковкий и высокопрочный чугун. Однако эти чугуны дорогие и их применение ограничено. В особых случаях для литых деталей могут применяться литейные сплавы на основе цветных металлов.

Для изготовления подшипников скольжения, работающих при больших нагрузках, применяют специальные антифрикционные чугуны. Их маркируют в соответствии с ГОСТ 1585-85 буквами АЧС, АЧВ, АЧК.

Буквы АЧ означают антифрикционный чугун. Последняя буква указывает на принадлежность чугуна к конкретной группе: С – серый, В – высокопрочный, К – ковкий. Через тире пишут цифру от 1 до 6, которая означает порядковый номер. Например, АЧС-5 (антифрикционный серый чугун № 5).

Следует иметь в виду, что чугуны имеют хорошие литейные свойства, но обладают низкой пластичностью. Поэтому из чугунов заготовки изготавливаются только литьем. Даже высокопрочный чугун, имеющий наибольшую пластичность по сравнению с другими, не способен обрабатываться давлением.

2.3. Классификация, маркировка и применение цветных металлов и сплавов на их основе

К цветным металлам относятся все металлы, кроме железа и сплавов на его основе – сталей и чугунов, которые называются черными. Сплавы на основе цветных металлов используют в основном как конструкционные материалы со специальными свойствами: коррозионно-стойкие, подшипниковые (обладающие низким коэффициентом трения), тепло- и жаропрочные и др.

В маркировке цветных металлов и сплавов на их основе нет единой системы. Во всех случаях принята буквенно-цифровая система. Буквы указывают на принадлежность сплавов к определенной группе, а цифры в разных группах материалов имеют разное значение. В одном случае они указывают на степень чистоты металла (для чистых металлов), в другом – на количество легирующих элементов, а в третьем обозначают номер сплава, которому по гос. стандарту должны соответствовать определенный состав или свойства.

Медь и ее сплавы

Техническая медь маркируется буквой М, после которой идут цифры, связанные с количеством примесей (показывают степень чистоты материала). Медь марки МЗ содержит примесей больше, чем М000. Буквы в конце марки означают: к – катодная, б – безкислородная, р – раскисленная. Высокая электропроводность меди обуславливает ее преимущественное применение в электротехнике как проводникового материала. Медь хорошо деформируется, хорошо сваривается и паяется. Ее недостатком является плохая обрабатываемость резанием.

К основным сплавам на основе меди относятся латуни и бронзы.

В сплавах на основе меди принята буквенно-цифровая система, характеризующая химический состав сплава. Легирующие элементы обозначаются русской буквой, соответствующей

начальной букве названия элемента. Причем часто эти буквы не совпадают с обозначением тех же легирующих элементов при маркировке стали. Алюминий – А; Кремний – К; Марганец – Мц; Медь – М; Никель – Н; Титан –Т; Фосфор – Ф; Хром –Х; Бериллий – Б; Железо – Ж; Магний – Мг; Олово – О; Свинец – С; Цинк - Ц.

Порядок маркировки литейных и деформируемых латуней разный.

Латунь - сплав меди с цинком (Zn от 5 до 45%). Латунь с содержанием от 5 до 20% цинка называется красной (томпаком), с содержанием 20–36% Zn – желтой. На практике редко используют латуни, в которых концентрация цинка превышает 45%. Обычно латуни делят на

- двухкомпонентные латуни или простые, состоящие только из меди, цинка и, в незначительных количествах, примесей;
- многокомпонентные латуни или специальные – кроме меди и цинка присутствуют дополнительные легирующие элементы.

Деформируемые латуни маркируются по ГОСТ 15527-70.

Марка простой латуни состоит из буквы «Л», указывающей тип сплава - латунь, и двузначной цифры, характеризующей среднее содержание меди. Например, марка Л80 - латунь, содержащая 80 % Cu и 20 % Zn. Все двухкомпонентные латуни хорошо обрабатываются давлением. Их поставляют в виде труб и трубок разной формы сечения, листов, полос, ленты, проволоки и прутков различного профиля. Латунные изделия с большим внутренним напряжением (например, нагартованные) подвержены растрескиванию. При длительном хранении на воздухе на них образуются продольные и поперечные трещины. Чтобы избежать этого, перед длительным хранением необходимо снять внутреннее напряжение, проведя низкотемпературный отжиг при 200-300 С.

В многокомпонентных латунях после буквы Л пишут ряд букв, указывающих, какие легирующие элементы, кроме цинка, входят в эту латунь. Затем через дефисы следуют цифры, первая из которых характеризует среднее содержание меди в процентах, а последующие - каждого из легирующих элементов в той же последовательности, как и в буквенной части марки. Порядок букв и цифр устанавливается по содержанию соответствующего элемента: сначала идет тот элемент, которого больше, а далее по нисходящей. Содержание цинка определяется по разности от 100%.

Латуни в основном применяются как деформируемый коррозионно-стойкий материал. Из них изготавливают листы, трубы, прутки, полосы и некоторые детали: гайки, винты, втулки и др.

Пример:

ЛМц58-2 – латунь: Cu – 58 %, Mn – 2 %, Zn – 40 %.

ЛС59-1 – латунь: Cu – 59 %, Pb – 1 %, Zn – 40 %.

Л90 – латунь: Cu – 90 %, Zn – 10 %.

Литейные латуни маркируются в соответствии с ГОСТ 1711-30. В начале марки тоже пишут букву Л (латунь), после которой пишут букву Ц, что означает цинк, и число, указывающее на его содержание в процентах. В легированных латунях дополнительно пишут буквы, соответствующие введенным легирующим элементам, и следующие за ними числа указывают на содержание этих элементов в процентах. Остаток, недостающий до 100 %, соответствует содержанию меди. Литейные латуни используют для изготовления арматуры и деталей для судостроения, втулок, вкладышей и подшипников.

Примеры:

ЛЦ40С – латунь содержит 40 % цинка и 1 % свинца (остальное – медь).

ЛЦ40МцЗЖ – латунь содержит 40 % цинка, 3 % марганца и 1 % железа (остальное – медь).

Бронзы(сплавы меди с различными элементами, где цинк не является основным). Они подобно латуням подразделяются на литейные и деформируемые. Маркировка всех бронз начинается с букв Бр, что сокращенно означает бронза.

В литейных бронзах после Бр пишут буквы с последующими цифрами, которые символически обозначают элементы, введенные в сплав (в соответствии с таблицей 1), а последующие цифры обозначают содержание этих элементов в процентах. Остальное (до 100 %) – подразумевается медь. Иногда в некоторых марках литейных бронз в конце пишут букву «Л», что означает литейная.

Большинство бронз обладает хорошими литейными свойствами. Их применяют для различного фасонного литья. Чаще всего их используют как коррозионно-стойкий и антифрикционный материал: арматура, ободы, втулки, зубчатые колеса, седла клапанов, червячные колеса и т.д. Все сплавы на основе меди имеют высокую хладостойкость.

Пример:

БрОЗЦ7С5Н1 (Sn = 3 %, Zn = 7 %, Pb = 5 %, Ni = 1 %, Cu = 84 %).

В марках деформируемых бронз после Бр пишут буквы, обозначающие введенные элементы (в соответствии с таблицей 1), затем через тире – числа, которые в аналогичной последовательности означают содержание легирующих элементов в процентах. Деформируемые бронзы поставляются в виде прутков, труб и лент, используются для изготовления различных деталей с высокими упругими свойствами.

Пример:

БрОЦС4-4-2,5 (Sn = 4 %, Zn = 4 %, Pb = 2,5 %, остальное – медь).

Алюминий и сплавы на его основе

Алюминий выпускают в виде чушек, слитков, катанки и т.п. (первичный алюминий) по ГОСТ 11069-74 и в виде деформируемого полуфабриката (листы, профили, прутки и т.п.) по ГОСТ 4784-74. По степени загрязненности тот и другой алюминий подразделяется на алюминий особой чистоты, высокой чистоты и технической чистоты. Первичный алюминий по ГОСТ 11069-74 маркируют буквой А и числом, по которому можно определить содержание примесей в алюминии. Алюминий хорошо деформируется, но плохо обрабатывается резанием. Прокаткой из него можно получить фольгу.

Пример:

А95. Это означает, что в алюминии содержится 99,95 % Al и 0,05 % примесей.

Деформируемый алюминий в соответствии с ГОСТ 4784-74 маркируют буквами АД (алюминий деформируемый). После букв могут стоять цифры (чаще всего несколько нулей), которые обозначают условный номер, зависящий от количества примесей. Чем больше нулей, тем меньше примесей. Например АД000 (Al ≥ 99,80 %); АД0 (Al ≥ 99,5 %); АД1 (Al ≥ 99,3 %); АД (Al ≥ 98,8 %).

Сплавы на основе алюминия подразделяются на литейные и деформируемые.

Литейные сплавы на основе алюминия маркируются по ГОСТ 1583-93. Марка отражает основной состав сплава. Большинство марок литейных сплавов начинаются с буквы А, что означает алюминиевый сплав. Затем пишут буквы и цифры, отражающие состав сплава. В ряде случаев алюминиевые сплавы маркируют буквами АЛ (что означает литейный сплав алюминия) и цифрой, означающей номер сплава. Буква В, стоящая в начале марки показывает, что сплав высокопрочный.

Примеры:

АК12 – сплав на основе алюминий-кремний с содержанием кремния около 12 %.

АК9М2 – сплав на основе алюминий-кремний-медь с содержанием около 9 % кремния и 2 % меди.

АМ5 – сплав на основе алюминий-медь с содержанием около 5 % меди.

АМг5Мц – сплав на основе алюминий-магний с содержанием около 5 % магния и около 1 % марганца.

Иногда в конце марки могут стоять строчные буквы: ч – чистый, пч – повышенной чистоты; оч – особой чистоты, л – литейный сплав, з – литье в песчаные формы, в – литье по выплавляемым моделям.

Маркировка **деформируемых алюминиевых сплавов** производится в соответствии с ГОСТ 4784-74. В этом случае отсутствует четко выраженная закономерность. Некоторые сплавы маркируются так же, как и литейные, например АМг1, АМг2, АМг4 и так далее, которые содержат соответственно 1, 2, 4 % магния. Однако многие сплавы маркируются по другим принципам.

Например, дуралюмины маркируют Д1, Д16, где Д означает дуралюмин, а 1 и 16 – условный номер сплава. Имеются марки типа АК4, АК6 и другие, у которых АК означает алюминиевый ковочный сплав, а цифры – его условный номер. Высокопрочные деформируемые сплавы маркируют буквой В, например В65, В95. Число означает условный номер сплава. Имеются марки типа АД31, АД33 и другие, у которых буквы означают алюминиевый деформируемый сплав, а числа – условный номер. Иногда в конце марки пишут букву П. Она означает, что сплав предназначен для изготовления проволоки, например Д16П, АМг5П, В95П. Из изложенного следует, что многие марки деформируемых и литейных алюминиевых сплавов очень похожи.

Применение алюминия и сплавов на его основе очень разнообразно. Технический алюминий применяют в основном в электротехнике в качестве проводника электрического тока, как заменитель меди.

Литейные сплавы на основе алюминия широко применяются в холодильной и пищевой промышленности при изготовлении деталей сложной формы (различными методами литья), от которых требуется повышенная коррозионная стойкость в сочетании с небольшой плотностью, например, поршни некоторых компрессоров, рычаги и другие детали.

Деформируемые сплавы на основе алюминия также находят широкое применение в пищевой и холодильной технике для изготовления различных деталей методом обработки давлением, к которым предъявляются также повышенные требования к коррозионной стойкости и плотности: различные емкости, заклепки и т.п. Важным достоинством всех сплавов на основе алюминия является их высокая хладостойкость.

Титан и сплавы на его основе

Титан и сплавы на его основе маркируются в соответствии с ГОСТ 19807-74 по буквенно-цифровой системе. Однако какой-либо закономерности в маркировке не имеется.

Единственной особенностью является наличие во всех марках буквы Т, которая свидетельствует о принадлежности к титану. Числа в марке означают условный номер сплава.

Технический титан маркируется: ВТ1-00; ВТ1-0. Все остальные марки относятся к сплавам на основе титана (ВТ16, АТ4, ОТ4, ПТ21 и др).

Главным достоинством титана и его сплавов является хорошее сочетание свойств: относительно низкой плотности, высокой механической прочности и очень высокой коррозионной стойкости (во многих агрессивных средах). Основной недостаток – высокая стоимость и дефицитность. Эти недостатки сдерживают применение их в пищевой и холодильной технике.

Сплавы титана применяются в ракетной, авиационной технике, химическом машиностроении, в судостроении и транспортном машиностроении. Они могут использоваться при повышенных температурах до 500-550 градусов.

Изделия из сплавов титана изготавливают обработкой давлением, но могут быть изготовлены и литьем. Состав литейных сплавов обычно соответствует составу деформируемых сплавов. В конце марки литейного сплава стоит буква Л.

Магний и сплавы на его основе

Технический магний из-за его неудовлетворительных свойств не находит применения в качестве конструкционного материала. Сплавы на основе магния в соответствии с гос. стандартом делятся на литейные и деформируемые.

Литейные сплавы магния в соответствии с ГОСТ 2856-79 маркируют буквами МЛ и числом, которое обозначает условный номер сплава. Иногда после числа пишут строчные буквы: пч – повышенной чистоты; он – общего назначения.

Деформируемые сплавы магния маркируют в соответствии с ГОСТ 14957-76 буквами МА и числом, обозначающим условный номер сплава. Иногда после числа могут быть строчные буквы пч, что означает повышенной чистоты.

Сплавы на основе магния обладают подобно сплавам на основе алюминия хорошим сочетанием свойств: низкой плотностью, повышенной коррозионной стойкостью, относительно высокой прочностью (особенно удельной) при хороших технологических свойствах. Поэтому из сплавов магния изготавливают как простые, так и сложные по форме детали, от которых требуется повышенная коррозионная стойкость: горловины, бензиновые баки, арматура, корпуса насосов, барабаны тормозных колес, фермы, штурвалы и многие другие изделия.

Олово, свинец и сплавы на их основе

Свинец в чистом виде практически не используется в пищевой и холодильной технике. Олово применяется в пищевой промышленности в качестве покрытий пищевой тары (например лужение консервной жести). Маркируется олово в соответствии с ГОСТ 860-75. Имеются марки О1пч; О1; О2; О3; О4. Буква О обозначает олово, а цифры – условный номер. С увеличением номера увеличивается количество примесей. Буквы пч в конце марки означают – повышенной чистоты. В пищевой промышленности для лужения консервной жести применяют олово чаще всего марок О1 и О2.

Сплавы на основе олова и свинца в зависимости от назначения подразделяются на две большие группы: баббиты и припой.

Баббиты – сложные сплавы на основе олова и свинца, которые дополнительно содержат сурьму, медь и другие добавки. Они маркируются по ГОСТ 1320-74 буквой Б, что означает баббит, и числом, которое показывает содержание олова в процентах. Иногда кроме буквы Б может быть другая буква, которая указывает на особые добавки. Например, буква Н обозначает добавку никеля (никелевый баббит), буква С – свинцовый баббит и др. Следует иметь в виду, что по марке баббита нельзя установить его полный химический состав. В некоторых случаях даже не указывается содержание олова, например в марке БН, хотя здесь его содержится около 10 %. Имеются и безоловянистые баббиты (например свинцово-кальциевые), которые маркируются по ГОСТ 1209-78 и в данной работе не изучаются. Баббиты являются наилучшим антифрикционным материалом и применяются в основном в подшипниках скольжения.

Припой

В соответствии с ГОСТ 19248-73 подразделяются на группы по многим признакам: по способу расплавления, по температуре расплавления, по основному компоненту и др. По температуре расплавления они подразделяются на 5 групп:

1. Особолегкоплавкие (температура плавления $t_{пл} \leq 145 \text{ }^\circ\text{C}$);
2. Легкоплавкие (температура плавления $t_{пл} > 145 \text{ }^\circ\text{C} \leq 450 \text{ }^\circ\text{C}$);
3. Среднеплавкие (температура плавления $t_{пл} > 450 \text{ }^\circ\text{C} \leq 1100 \text{ }^\circ\text{C}$);
4. Высокотемпературные (температура плавления $t_{пл} > 1100 \text{ }^\circ\text{C} \leq 1850 \text{ }^\circ\text{C}$);
5. Тугоплавкие (температура плавления $t_{пл} > 1850 \text{ }^\circ\text{C}$).

Первые две группы применяются для низкотемпературной (мягкой) пайки, остальные – высокотемпературной (твердой) пайки. По основному компоненту припои подразделяют на: галлиевые, висмутовые, оловянно-свинцовые, оловянные, кадмиевые, свинцовые, цинковые, алюминиевые, германиевые, магниевые, серебряные, медно-цинковые, медные, кобальтовые, никелевые, марганцевые, золотые, палладиевые, платиновые, титановые, железные, циркониевые, ниобиевые, молибденовые, ванадиевые.

В данной работе будет рассмотрена маркировка и применение припоев оловянно-свинцовых, серебряных и медно-цинковых. Оловянно-свинцовые припои маркируются по ГОСТ 21930-76 тремя буквами ПОС, что означает припой оловянно-свинцовый, и числом, которое указывает на содержание олова в процентах. Иногда могут быть добавлены буквы: К, М или Су, что означает добавка кадмия, меди или сурьмы. Через тире пишут число, указывающее на количество этой добавки в процентах.

Примеры:

ПОСК50-18 (припой оловянно-свинцовый, 50 % олова, 18 % кадмия, остальное – свинец).

ПОССу5-1 (припой оловянно-свинцовый, 5 % олова, 1 % сурьмы, остальное – свинец).

Припои этой группы имеют низкую температуру плавления и применяются при мягкой пайке. В пищевой промышленности может применяться припой с содержанием олова не менее 90 % (ПОС90), так как свинец образует вредные соединения с пищевыми продуктами.

Серебряные припои маркируют ПСр (что означает припой серебряный) и числом, которое указывает на содержание серебра в процентах. Остальное может быть медь, цинк, свинец.

Примеры:

ПСр72 (72 % серебра, остальное – медь).

ПСр70 (70 % серебра, 26 % меди, остальное – цинк).

ПСр62 (62 % серебра, 28 % меди, остальное – олово).

Иногда в марке есть дополнительные буквы, которые указывают на присутствие некоторых элементов.

Примеры:

ПСр50Кд (50 % серебра, 16 % цинка, остальное – кадмий).

ПСр25Ф (25 % серебра, 5 % фосфора, остальное – медь).

ПСр12М (12 % серебра, 52 % меди, остальное – цинк).

Из приведенных примеров видно, что по марке припоя всегда можно установить количество серебра. Полный состав припоя по марке установить невозможно.

Наиболее широко применяемые припои для твердой пайки – среднеплавкие. К ним относятся медно-цинковые (латуни). Они маркируются в соответствии с ГОСТ 23137-78 ПМЦ (припой медно-цинковый) и числом, указывающим на содержание меди в процентах.

Пример:

ПМЦ36 (36 % меди, остальное – цинк). Припой ПМЦ36 применяют для пайки латуней, содержащих до 65 % меди, ПМЦ48 – для пайки медных сплавов, содержащих меди свыше 68

%, ПМЦ54 – для пайки меди, томпака, бронзы и стали. Серебряные припои применяют наиболее широко в приборостроении, где требуется повысить электропроводность спая.

2.4. Классификация и маркировка инструментальных материалов

Инструментальные материалы подразделяются по составу на три большие группы: сталь, твердые сплавы (спеченные из порошков карбидов вольфрама и титана с кобальтом) и сверхтвердые материалы. По применению инструментальные материалы делятся на материалы для режущих инструментов, для измерительных инструментов и штамповые материалы.

Инструментальную сталь принято делить на три группы: нелегированную, легированную и быстрорежущую. По теплостойкости инструментальные материалы бывают нетеплостойкие (выдерживают при работе нагрев до 200 градусов), полутеплостойкие (выдерживают при работе нагрев до 300 градусов) и теплостойкие (выдерживают при работе нагрев 600 и более градусов).

Нелегированная (углеродистая) сталь маркируется буквой У и числом, которое указывает на содержание углерода (в отличие от конструкционных сталей) в десятых долях процента, например У7 (0,7 % С), У12 (1,2 % С). Высококачественная сталь, имеющая низкое количество вредных примесей, обозначается в конце марки буквой А, например У10А. В некоторых марках инструментальной нелегированной стали может быть повышено содержание марганца по сравнению с обычным его содержанием. В этом случае в марке пишут букву Г, например У8Г. Нелегированная инструментальная сталь имеет низкую теплостойкость и прокаливаемость. Относится к нетеплостойким материалам. Кроме того, для получения высокой твердости инструменты при закалке необходимо охлаждать в воде. Это приводит к сильной деформации, а иногда и к образованию трещин. Поэтому такую сталь применяют для инструмента небольшого размера, простой формы, который не нагревается при работе.

Легированная инструментальная сталь маркируется по буквенно-цифровой системе аналогично легированной конструкционной, с той лишь разницей, что содержание углерода указывается в десятых долях процента. Поэтому, если содержание углерода в инструментальной стали будет менее одного процента, то число в начале марки будет однозначное (в конструкционной – всегда двузначное).

Пример:

8ВФ (0,8 % С, хрома и ванадия менее или равно 1 % каждого). При содержании около 1 % углерода число в начале марки не пишут. Иногда отсутствует число, если содержание углерода и более 1 %.

Примеры:

ХВГ (около 1 % углерода, и до 1,5 % хрома, вольфрама, марганца каждого).

Х12 (2,1 % углерода и 12 % хрома).

В некоторых случаях при содержании углерода более 1 % пишут двузначное число, например 11Х (1,1 % С, 1 % Cr), 13Х (1,3 % С, 1 % Cr).

Легированная инструментальная сталь по теплостойкости мало отличается от нелегированной (углеродистой) – до 250–300 °С. Однако, эта сталь обладает более высокой прокаливаемостью и охлаждается при закалке в масле. Поэтому легированную сталь, так же, как и нелегированную, применяют для инструментов, которые не испытывают существенный нагрев при работе. Однако, благодаря ее более высокой прокаливаемости и возможности охлаждать при закалке в масле, из такой стали можно изготавливать инструмент сечением более 15 мм и сложной формы. Сталь, содержащую углерода около 1 % и более обычно применяют для режущего и измерительного инструмента, а содержащую 0,3–0,6 % углерода – для инструмента, работающего при ударных нагрузках (для штампов и др.).

Быстрорежущая сталь маркируется буквой Р, после которой число указывает на содержание вольфрама в процентах.

Пример:

P18 (сталь быстрорежущая с содержанием 18 % вольфрама). Эта сталь содержит также примерно 1% углерода, около 4 % хрома и около 1,2 % ванадия. При содержании углерода более 1 % и наличии других элементов (отсутствующих в стали P18 или содержащихся в других количествах) пишут соответствующие буквы и цифры.

Пример:

11P3AM3Ф2 (сталь быстрорежущая, содержит 1,1 % углерода, 3 % вольфрама, азот, молибден около 3 %, ванадий около 2 %, а также хром около 4 %).

Сталь, полученную методом электрошлакового переплава, обозначают буквой Ш, например P6M5-Ш. Сталь, полученную из порошка, обозначают в конце марки через тире буквами МП. Например, P9M4K8-МП.

Быстрорежущая сталь обладает повышенной теплостойкостью (до 600 °С) и применяется для изготовления всех видов станочных металлорежущих инструментов. Сталь, дополнительно легированная кобальтом и ванадием, обладает более высокой теплостойкостью (до 630-640 °С), например, P9K5, P6M5K5, P12Ф2K10M3 и др.

Порошковая сталь обладает повышенной прочностью при изгибе, в 1,5–2 раза более высокой стойкостью по сравнению с быстрорежущей сталью обычного производства.

Разработаны стали (B11M7K23, B24M12K23 и др.), из которых изготавливаются инструменты высокой производительности (теплостойкость 700–725 °С). Стойкость на износ таких сталей при работе с некоторыми материалами до 30 раз выше по сравнению с обычной быстрорежущей типа P18 и до 10 раз выше по сравнению с твердыми сплавами типа ВК8.

Создан новый класс инструментальной стали – карбидосталь. Это композиционный материал, в котором зерна тугоплавких карбидов (преимущественно TiC) равномерно распределены в связке из легированной стали. Их маркируют P6M5-KT20, где KT20 означает карбид титана 20 %. Твердость таких материалов 87-89 HRA (приблизительно 70-72 HRC), теплостойкость 650–690 °С. Стойкость на износ в некоторых случаях в 2 раза выше, чем порошковой стали, и в 10 раз выше, чем стали P18.

Вторая большая группа инструментальных материалов – твердые сплавы

(ГОСТ 3882-74). Их изготавливают методами порошковой металлургии. Они подразделяются прежде всего по виду карбидов.

Однокарбидные маркируются буквами ВК, что означает карбид вольфрама и кобальт. Число означает количество кобальта в процентах. Остальное – карбид вольфрама.

Двухкарбидные маркируют буквами ТК.

Пример: T15K6 (15 % карбида титана, 6 % кобальта, остальное – карбид вольфрама).

Трехкарбидные маркируют буквами ТТК, например ТТ7К12. ТТ7 означает, что в сплаве содержится 7 % двух типов карбидов (карбида титана и карбида тантала), К12 означает 12 % кобальта, остальное – карбид вольфрама.

Иногда в конце марки могут стоять буквы В, ОМ или М. Они указывают размер зерна: В – крупнозернистая структура (размер зерен 3-5 мкм), М – мелкозернистая структура (размер зерен 0,5–1,5 мкм), ОМ – особомелкозернистая структура (не менее 70 % зерен размером менее 1 мкм). От размера зерен карбидов и содержания кобальта зависят физико-механические свойства сплава.

Инструменты с мелкозернистой и особомелкозернистой структурой следует применять на чистовых и получистовых операциях.

Инструменты из твердых сплавов по своим эксплуатационным свойствам превосходят инструменты из быстрорежущей стали. Их теплостойкость 800–1000 °С. Наименьшей теплостойкостью обладают однокарбидные твердые сплавы (800 °С), однако они имеют наибольшую прочность. Механические свойства двухкарбидных твердых сплавов ниже (они более хрупкие), а теплостойкость выше (до 1000 °С). Трехкарбидные занимают по свойствам промежуточное положение.

Имеются и безвольфрамовые твердые сплавы – это сплавы на основе карбида и карбонитрида титана на никельмолибденовой связке. К этой группе относятся марки ТН20 (79 % карбида титана, 15 % никеля и 6 % молибдена) и КНТ16 (74 % карбонитрида титана, 19,5 % никеля и 6,5 % молибдена). Эти сплавы по сравнению с вольфрамовыми имеют меньшую прочность на изгиб, но их теплостойкость достигает 1000 °С. Они обладают низкой схватываемостью с обрабатываемыми материалами. Их применяют для чистовой и получистовой обработки. Для изготовления высокопроизводительного режущего инструмента применяют минералокерамические материалы, которые делятся на два вида: оксидную белую керамику, содержащую до 99,7 % окиси алюминия, и черную оксидно-карбидную керамику с добавлением к окиси алюминия карбидов титана ($Al_2O_3 + TiC$). К этой группе относятся марки: В-3, ВО-3, ВОК-60. Эти материалы по сравнению с одно- и двухкарбидными твердыми сплавами обеспечивают повышение стойкости режущих инструментов в 5–10 раз при увеличении производительности в 2 раза. Одна режущая пластина из этого материала заменяет 6–8 пластин из твердого сплава. Применяют эти материалы для работы без ударов при чистовой и получистовой обработке.

Для режущих инструментов применяют также сверхтвердые материалы, которые подразделяют на естественные (алмаз) и искусственные (эльбор-Р, белбор, гексанит-Р и др.). Эти материалы используют для чистовой обработки при высоких скоростях резания (1000–2000 м/мин и более). Теплостойкость алмаза не очень высока (около 800 °С). Однако он обладает высокой теплопроводностью, что снижает разогрев режущей кромки. Искусственные материалы (например кубический нитрид бора) не уступают алмазу по твердости, но превосходят его по теплостойкости (1200 °С) и химической инертности. Поэтому их можно успешно применять при обработке закаленных сталей с твердостью $HRC \geq 60$.

Пример ответов на вопросы

Марка 05кп

1. Основа сплава – железо (Fe). Конструкционная углеродистая качественная сталь.
2. 05 – содержание углерода 0,05 %, кп - по степени раскисления кипящая.
3. Неответственные детали, изготавливаемые методом холодной штамповки и высадки.
4. Нормализация, отжиг.
5. Деформируемая сталь – заготовки получают методами обработки давлением.