Каждому инженеру совершенно необходимо знать классификацию и маркировку материалов, предназначенных для изготовления деталей машин и конструкций. К числу таких материалов относятся металлы и их сплавы, металлические и металлокерамические порошки пластмассы, резина, стекло, керамика, древесные и др. неметаллические вещества. Наиболее широкое распространение в качестве конструкционных материалов в настоящее время получили металлы и их сплавы, поэтому в настоящей работе будут рассмотрены только стали, чугуны и цветные металлы, и их сплавы (медь, алюминий, титан, магний и сплавы на их основе).

I Классификация и маркировка сталей

Сталями принято называть сплавы железа с углеродом, содержание до 2,14% углерода. Кроме того, в состав сплава обычно входят марганец, кремний, сера и фосфор; некоторые элементы могут быть введены для улучшения физико-химических свойств специально (легирующие элементы).

Стали, классифицируют по самым различным признакам. Мы рассмотрим следующие:

*1. Химический состав.*

В зависимости от химического состава различают стали углеродистые (ГОСТ 380-71, ГОСТ 1050-75) и легированные (ГОСТ 4543-71, ГОСТ 5632-72, ГОСТ 14959-79). В свою очередь углеродистые стали могут быть:

A) малоуглеродистыми, т. е. содержащими углерода менее 0,25%;

Б) среднеуглеродистыми, содержание углерода составляет 0,25-0,60%

B) высокоуглеродистыми, в которых концентрация углерода превышает 0,60% Легированные стали подразделяют на:

а) низколегированные содержание легирующих элементов до 2,5%

б) среднелегированные, в их состав входят от 2,5 до 10% легирующих элементов;

в) высоколегированные, которые содержат свыше 10% легирующих элементов.

*2. Назначение.*

По назначению стали бывают:

1. конструкционные, предназначенные для изготовления строительных и машиностроительных изделий.
2. Инструментальные, из которых изготовляют режущий, мерительный, штамповый и прочие инструменты. Эти стали содержат более 0,65% углерода.
3. С особыми физическими свойствами, например, с определенными магнитными характеристиками или малым коэффициентом линейного расширения: электротехническая сталь, суперинвар.
4. С особыми химическими свойствами, например, нержавеющие, жаростойкие или жаропрочные стали.

*3. Качество.*

В зависимости от содержания вредных примесей: серы и фосфора-стали подразделяют на:

1. Стали обыкновенного качества, содержание до 0.06% серы и до 0,07% фосфора.
2. Качественные - до 0,035% серы и фосфора каждого отдельно.
3. Высококачественные - до 0.025% серы и фосфора.
4. Особовысококачественные, до 0,025% фосфора и до 0,015% серы.

*4. Степень раскисления.*

1. По степени удаления кислорода из стали, т. е. По степени её раскисления, существуют:
2. спокойные стали, т. е., полностью раскисленные; такие стали обозначаются буквами “сп” в конце марки (иногда буквы опускаются);
3. кипящие стали - слабо раскисленные; маркируются буквами "кп";
4. полу спокойные стали, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими; обозначаются буквами "пс".

Сталь обыкновенного качества подразделяется еще и по поставкам на 3 группы:

1. сталь группы А поставляется потребителям по механическим свойствам (такая сталь может иметь повышенное содержание серы или фосфора);
2. сталь группы Б - по химическому составу;
3. сталь группы В - с гарантированными механическими свойствами и химическим составом.

В зависимости от нормируемых показателей (предел прочности σ, относительное удлинение δ%, предел текучести δт, изгиб в холодном состоянии) сталь каждой группы делится на категории, которые обозначаются арабскими цифрами.

Стали обыкновенного качества обозначают буквами "Ст" и условным номером марки (от 0 до 6) в зависимости от химического состава и механических свойств. Чем выше содержание углерода и прочностные свойства стали, тем больше её номер. Буква "Г" после номера марки указывает на повышенное содержание марганца в стали. Перед маркой указывают группу стали, причем группа "А" в обозначении марки стали не ставится. Для указания категории стали к обозначению марки добавляют номер в конце соответствующий категории, первую категорию обычно не указывают.

Например:

Ст1кп2 - углеродистая сталь обыкновенного качества, кипящая, № марки 1, второй категории, поставляется потребителям по механическим свойствам (группа А);

ВСт5Г - углеродистая сталь обыкновенного качества с повышенным содержанием марганца, спокойная, № марки 5, первой категории с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В);

Вст0 - углеродистая сталь обыкновенного качества, номер марки 0, группы Б, первой категории (стали марок Ст0 и Бст0 по степени раскисления не разделяют).

*Качественные стали* маркируют следующим образом:

1. в начале марки указывают содержание углерода цифрой, соответствующей его средней концентрации;

а) в сотых долях процента для сталей, содержащих до 0,65% углерода;

05кп – сталь углеродистая качественная, кипящая, содержит 0,05% С;

60 – сталь углеродистая качественная, спокойная, содержит 0,60% С;

б) в десятых долях процента для индустриальных сталей, которые дополнительно снабжаются буквой "У":

У7 – углеродистая инструментальная, качественная сталь, содержащая 0,7% С, спокойная (все инструментальные стали хорошо раскислены);

У12 - углеродистая инструментальная, качественная сталь, спокойная содержит 1,2% С;

2) легирующие элементы, входящие в состав стали, обозначают русскими буквами:

А – азот К – кобальт Т – титан Б – ниобий М – молибден Ф- ванадий

В – вольфрам Н – никель Х – хром Г – марганец

П – фосфор Ц – цирконий Д – медь Р – бор Ю – алюминий

Е – селен С – кремний Ч – редкоземельные металлы

Если после буквы, обозначающей легирующий элемент, стоит цифра, то она указывает содержание этого элемента в процентах. Если цифры нет, то сталь содержит 0,8-1,5% легирующего элемента, за исключением молибдена и ванадия (содержание которых в солях обычно до 0,2-0,3%), а также бора (в стали с буквой Р его должно быть не менее 0,0010%).

Примеры:

14Г2 – низко легированная качественная сталь, спокойная, содержит приблизительно 14% углерода и до 2,0% марганца.

03Х16Н15М3Б - высоко легированная качественная сталь, спокойная содержит 0,03% C, 16,0% Cr, 15,0% Ni, до З,0% Мо, до 1,0% Nb.

*Высококачественные и особовысококачественные стали.*

Маркируют, так же как и качественные, но в конце марки высококачественной стали ставят букву А, (эта буква в середине марочного обозначения указывает на наличие азота, специально введённого в сталь), а после марки особовысококачественной - через тире букву "Ш".

Например:

У8А - углеродистая инструментальная высоко качественная сталь, содержащая 0,8% углерода;

30ХГС-III – особовысококачественная среднелегированная сталь, содержащая 0,30% углерода и от 0,8 до 1,5% хрома, марганца и кремния каждого.

Отдельные группы сталей обозначают несколько иначе.

Шарикоподшипниковые стали маркируют буквами "ШХ", после которых указывают содержание хрома в десятых долях процента:

ШХ6 - шарикоподшипниковая сталь, содержащая 0,6% хрома;

ШХ15ГС - шарикоподшипниковая сталь, содержащая 1,5% хрома и от 0,8 до 1,5% марганца и кремния.

Быстрорежущие стали (сложнолегированные) обозначают буквой "Р", следующая за ней цифра указывает на процентное содержание в ней вольфрама:

Р18-быстрорежущая сталь, содержащая 18,0% вольфрама;

Р6М5К5-быстрорежущая сталь, содержащая 6,0% вольфрама 5,0% молибдена 5,0% кобольта.

Автоматные стали обозначают буквой "А" и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в сотых долях процента:

А12 - автоматная сталь, содержащая 0,12% углерода (все автоматные стали имеют повышенное содержание серы и фосфора);

А40Г - автоматная сталь с 0,40% углерода и повышенным до 1,5% содержанием марганца.

**II Классификация и маркировка чугунов.**

Чугунами называют сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода. Они содержат те же примеси, что и сталь, но в большем количестве. В зависимости от состояния углерода в чугуне, различают:

Белый чугун, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде карбида, и чугун, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в виде графита, что определяет прочностные свойства сплава, чугуны подразделяют на:

1) серые - пластинчатая или червеобразная форма графита;

2) высокопрочные - шаровидный графит;

3) ковкие - хлопьевидный графит. Чугуны маркируют двумя буквами и двумя цифрами,

соответствующими минимальному значению временного сопротивления δв при растяжении в МПа-10*.* Серый чугун обозначают буквами "СЧ" (ГОСТ 1412-85), высокопрочный - "ВЧ" (ГОСТ 7293-85), ковкий - "КЧ" (ГОСТ 1215-85).

СЧ10 - серый чугун с пределом прочности при растяжении 100 МПа;

ВЧ70 - высокопрочный чугун с сигма временным при растяжении 700 МПа;

КЧ35 - ковкий чугун с δв растяжением примерно 350 МПа.

Для работы в узлах трения со смазкой применяют отливки из антифрикционного чугуна АЧС-1, АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-2 и др., что расшифровывается следующим образом: АЧ - антифрикционный чугун:

С - серый, В - высокопрочный, К - ковкий. А цифры обозначают порядковый номер сплава согласно ГОСТу 1585-79.

**III классификация и маркировка цветных сплавов.**

*1. Медь и её сплавы.*

Технически чистая медь обладает высокими пластичностью и коррозийной стойкостью, малым удельным электросопротивлением и высокой теплопроводностью. По чистоте медь подразделяют на марки (ГОСТ 859-78):

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | МВЧк | MOO | МО | Ml | М2 | МЗ |
| Содержание Cu+Ag, не менее % | 99,993 | 99,99 | 99,95 | 99,9 | 99,7 | 99,5 |

После обозначения марки указывают способ изготовления меди: к - катодная, б – бес кислородная, р - раскисленная. Медь огневого рафинирования не обозначается.

МООк - технически чистая катодная медь, содержащая не менее 99,99% меди и серебра.

МЗ - технически чистая медь огневого рафинирования, содержит не менее 99,5%меди и серебра.

Медные сплавы разделяют на бронзы и латуни. Бронзы- это сплавы меди с оловом (4 - 33% Sn хотя бывают без оловянные бронзы), свинцом (до 30% Pb), алюминием (5-11% AL), кремнием (4-5% Si), сурьмой и фосфором (ГОСТ 493-79 , ГОСТ 613-79, ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78).

Латуни - сплавы меди с цинком (до 50% Zn) и небольшими добавками алюминия, кремния, свинца, никеля, марганца (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-80). Медные сплавы предназначены для изготовления деталей методами литья, называют литейными, а сплавы, предназначенные для изготовления деталей пластическим деформированием - сплавами, обрабатываемыми давлением.

Медные сплавы обозначают начальными буквами их названия (Бр или Л), после чего следуют первые буквы названий основных элементов, образующих сплав, и цифры, указывающие кол-во элемента в процентах. Приняты следующие обозначения компонентов сплавов:

А – алюминий Мц - марганец С - свинец Б - бериллий

Мг – магний Ср – серебро Ж - железо Мш - мышьяк

Су – сурьма К – кремний Н – никель Т – титан

Кд – кадмий О – олово Ф – фосфор Х – хром

Ц - цинк

Примеры:

БрА9Мц2Л - бронза, содержащая 9% алюминия, 2% Mn, остальное Cu ("Л"' указывает, что сплав литейный);

ЛЦ40Мц3Ж - латунь, содержащая 40% Zn, 3% Mn, ~l% Fe, остальное Cu;

Бр0Ф8,0-0,3 - бронза на ряду с медью содержащая 8% олова и 0,3% фосфора;

ЛАМш77-2-0,05 - латунь содержащая 77% Cu, 2% Al, 0,055 мышьяка, остальное Zn (в обозначении латуни, предназначенной для обработки давлением, первое число указывает на содержание меди).

В несложных по составу латунях указывают только содержание в сплаве меди:

Л96 - латунь содержащая 96% Cu и ~4% Zn (томпак);

Лб3 - латунь содержащая 63% Cu и -37% Zn.

*2. Алюминий и его сплавы.*

Алюминий - легкий металл, обладающий высокими тепло- и электропроводностью, стойкий к коррозии. В зависимости от степени частоты первичный алюминий согласно ГОСТ 11069-74 бывает особой (А999), высокой (А995, А95) и технической чистоты (А85, А7Е, АО и др.). Алюминий маркируют буквой А и цифрами, обозначающими доли процента свыше 99,0% Al; буква "Е" обозначает повышенное содержание железа и пониженное кремния.

А999 - алюминий особой чистоты, в котором содержится не менее 99,999% Al;

А5 - алюминий технической чистоты в котором 99,5% алюминия. Алюминиевые сплавы разделяют на деформируемые и литейные. Те и другие могут быть не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

Деформируемые алюминиевые сплавы хорошо обрабатываются прокаткой, ковкой, штамповкой. Их марки приведены в ГОСТ4784-74. К деформируемым алюминиевым сплавам не упрочняемым термообработкой, относятся сплавы системы Al-Mn и AL-Mg:Aмц; АмцС; Амг1; АМг4,5; Амг6. Аббревиатура включает в себя начальные буквы, входящие в состав сплава компонентов и цифры, указывающие содержание легирующего элемента в процентах. К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относятся сплавы системы Al-Cu-Mg с добавками некоторых элементов (дуралюны, ковочные сплавы), а также высокопрочные и жаропрочные сплавы сложного хим.состава. Дуралюмины маркируются буквой "Д" и порядковым номером, например: Д1, Д12, Д18, АК4, АК8.

Чистый деформируемый алюминий обозначается буквами "АД" и условным обозначением степени его чистоты: АДоч (>=99,98% Al), АД000(>=99,80% Аl), АД0(99,5% Аl), АД1 (99,30% Al), АД(>=98,80% Аl).

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685-75) обладает хорошей жидко-текучестью, имеет сравнительно не большую усадку и предназначены в основном для фасонного литья. Эти сплавы маркируются буквами "АЛ" с последующим порядковым номером: АЛ2, АЛ9, АЛ13, АЛ22, АЛЗО.

Иногда маркируют по составу: АК7М2; АК21М2, 5Н2,5; АК4МЦ6. В этом случае "М" обозначает медь. "К" - кремний, "Ц" - цинк, "Н" - никель; цифра - среднее % содержание элемента.

Из алюминиевых антифрикционных сплавов (ГОСТ 14113-78) изготовляют подшипники и вкладыши как литьем так и обработкой давлением. Такие сплавы маркируют буквой "А" и начальными буквами входящих в них элементов: А09-2, А06-1, АН-2,5, АСМТ. В первые два сплава входят в указанное количество олова и меди (первая цифра-олово, вторая-медь в %), в третий 2,7-3,3% Ni и в четвертый медь сурьма и теллур.

*3. Титан и его сплавы.*

Титан - тугоплавкий металл с невысокой плотностью. Удельная прочность титана выше, чем у многих легированных конструкционных сталей, поэтому при замене сталей титановыми сплавами можно при равной прочности уменьшить массу детали на 40%. Титан хорошо обрабатывается давлением, сваривается, из него можно изготовить сложные отливки, но обработка резанием затруднительна. Для получения сплавов с улучшенными свойствами его легируют алюминием, хромом, молибденом. Титан и его сплавы маркируют буквами "ВТ" и порядковым номером:

ВТ1-00, ВТЗ-1, ВТ4, ВТ8, ВТ14.

Пять титановых сплавов обозначены иначе:

0Т4-0, 0Т4, 0Т4-1, ПТ-7М, ПТ-3В.

*4. Магний и его сплавы.*

Среди промышленных металлов магний обладает наименьшей плотностью(1700 кг/м3). Магний и его сплавы неустойчивы против коррозии, при повышении температуры магний интенсивно окисляется и даже самовоспламеняется. Он обладает малой прочностью и пластичностью, поэтому как конструкционный материал чистый магний не используется. Для повышения химико-механических свойств в магниевые сплавы вводят алюминий, цинк, марганец и другие легирующие добавки.

Магниевые сплавы подразделяют на деформируемые (ГОСТ 14957-76) и литейные (ГОСТ 2856-79). Первые маркируются буквами "МА", вторые "МЛ". После букв указывается порядковый номер сплава в соответствующем ГОСТе.

Например:

МА1-деформируемый магниевый сплав №1;

МЛ19-литейный магниевый сплав №19

Ниже приведены индивидуальные задания по расшифровке марок конструкционных материалов.

|  |  |
| --- | --- |
|  | МАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. |
| 1 | БСт3кп, 08Х20Н14С2, Р9, СЧ25, М006, Амч3, ВТ1-00, МЛЗ |
| 2 | 11Х11Н2В2МФ, ШХ30, У11, ВЧ45, БрА9Мц2Л, АЛ19, ВТ1-0, МЛ4 |
| 3 | 25ХГС А, Р6М5Ф2К8, 50, КЧ50, БрА7Мц15ЖЗН2Ц2, А6, ОТ4-0, МА1 |
| 4 | 45ХНЗМФА, ШХ9, 20пс, АЧС-4, Бр04Ц7С5, АД0Е, ОТ4-1, МА2 |
| 5 | 10Х17Н13М2Т, А20, Ст6, АЧК-1, БрОФ4-0, 25; АЛЗЗ, ОТ-4, МЛ19 |
| 6 | Ст5ГпсЗ, 25Х13Н2, 15кп, АВЧ-1, ЛС63-2, Амц, ВТ5, МЛ15 |
| 7 | 16Х11Н2ВМФ, А40Г, ШХ15, СЧ10, ЛА77-2, Д16, ВТ9, МА18 |
| 8 | 45Х22Н4МЗ, У 13, ВСт2пс2, ВЧ1СО, М2р, АЛ25, ВТ14, МА15 |
| 9 | 31Х19Н9МВБТ, Р9, 45, КЧ45, БрСуЗНЗЦЗС20Ф, А8, ВТ16, МЛ5 |
| 10 | 12Х18Н9Т, ШХ15ГС, А20, АЧС-5, ЛЦ40МцЗА, АЛ21, ВТ20, МА17 |
| 11 | ВСт3пс, 20Х, Р12, АЧВ-2, ЛЖМц59-1-1, АК4М4, ВТ22, МЛ6 |
| 12 | 15Х60Ю, Р6М5, У13А, АЧК-2, ЛС59-1, Д12, ПТ-7М, МЛ10 |
| 13 | 38Х2МЮА, ВСт4пс2, 50Г, АЧС-3, Л68, А5Е, ПТ-ЗВ, МА-12 |
| 14 | 36Х18Н25С2, А30, ВСт2кбп, КЧ60, БрАЖНЮ-4-4, АЛ2, ВТ9, МА11 |
| 15 | 40ХМФА, РОМЗФ2, АЗ0, ВЧ80,БрА7Мц15ЖЗН2Ц2, АК9, ВТ5, МЛ8 |
| 16 | Ст0, 30Х13, Р6М5Ф2К8, Сч15, БрА9Ж4Н4Мц1, Амг6, ВТ1-0, МА21 |
| 17 | 09Х16Н4Б, ВСт3Г, ШХ6, СЧ18, ЛЦ23АбЖЗМц2, Д16, ВТ16, МЛ19 |
| 18 | 45ХНЗМФ-Ш, У11, All, ВЧ70, ЛАМш77-2-0,05, АЛ23, ВТ5.МА18 |
| 19 | 14Г2АФ, РОМ2ФЗ, ВСт5сп, СЧ24, Бр0Фб, 5-0, 15; Д18, ВТ1-00, МА19 |
| 20 | 15Х7Н2Т-Ш, Р6М5Ф2К8, ШХ9, КЧ63, ЛК80-3, АК4М4.ВТ22, МЛ8 |
| 21 | ВСт1, 50ХГ, РОМЗФ2, АЧС-6, БрКМцЗ-1, АК7, ВТ20,МЛ12 |
| 22 | 08Х18Т1, У10А, 30пс, ВЧ40, Бр06Ц6СЗ, АЛ9, ПТ-3В, МА2 |
| 23 | Р12, 13Х14НВ2ФР, Ст5пс3, СЧ20, ЛЦ38Мц2С2, Амг2, ВТЗ, МЛ4 |
| 24 | У9, 07Х25Н13, ШХ15, КЧ35, БрАЖНМц9-4-4-1, АД0, ВТ14, МА20 |
| 25 | А11, 20Х12ВНМФ, 25сп, ВЧ80, ЛАНКМц75-2-2, 5-0,5-0,5; А7,ВТ9, МЛ9 |