

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

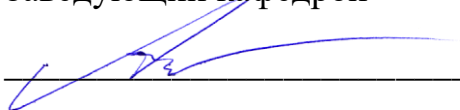
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

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

Заведующий кафедрой

 А. В. Анцев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Материаловедение»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

с направленностью (профилем)

Автоматизация технологических процессов и производств
в машиностроении

Форма обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150304-02-22

Тула 2023 год

Разработчик методических указаний

Сержантова Галина Валериевна, доц. каф. МиМ, к.т.н., доц.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Практическая работа № 1

Маркировка сталей

1. Цель работы:

Изучение маркировки сталей, используемой в России.

2. Теоретическая часть

В России принята буквенно - цифровая система обозначения марок сталей и сплавов.

1. Конструкционные стали

1. Стали обыкновенного качества.

Нелегированные конструкционные стали обыкновенного качества, в соответствии с ГОСТ 380-94, обозначаются следующим образом: *Ст0*, *Ст3пс*, *Ст5кп*, и др. Здесь *Ст* – буквы, указывающие на принадлежность стали к группе сталей обыкновенного качества, следующая за ними цифра от 0 до 6 указывает на процентное содержание углерода по ГОСТ 380 - 94 и в конце наименования стали приводятся буквы, определяющие степень ее раскисления (*кп* - кипящая, *пс* - полуспокойная, *сп* – спокойная (табл.5.1).

В обозначение сталей с повышенным содержанием марганца после цифры добавляется также буква *Г*.

Таблица 1 - Химический состав сталей обыкновенного качества

| Марка стали | Массовая доля элементов, % | | |
|--------------|----------------------------|-----------|---------------|
| | <i>C</i> | <i>Mn</i> | <i>Si</i> |
| <i>Ст0</i> | Не более 0,23 | - | - |
| <i>Ст1кп</i> | 0,06-0,12 | 0,25-0,50 | Не более 0,05 |
| <i>Ст1пс</i> | 0,06-0,12 | 0,25-0,50 | 0,05-0,15 |

| | | | |
|---------------|-----------|-----------|---------------|
| <i>Ст1кп</i> | 0,06-0,12 | 0,25-0,50 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст2кп</i> | 0,09-0,15 | 0,25-0,50 | Не более 0,05 |
| <i>Ст2пс</i> | 0,09-0,15 | 0,25-0,50 | 0,05-0,15 |
| <i>Ст2сп</i> | 0,09-0,15 | 0,25-0,50 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст3кп</i> | 0,14-0,22 | 0,30-0,60 | Не более 0,05 |
| <i>Ст3пс</i> | 0,14-0,22 | 0,40-0,65 | 0,05-0,15 |
| <i>Ст3сп</i> | 0,14-0,22 | 0,40-0,65 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст3Гпс</i> | 0,14-0,22 | 0,80-1,10 | Не более 0,15 |
| <i>Ст3Гсп</i> | 0,14-0,22 | 0,80-1,10 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст4кп</i> | 0,18-0,27 | 0,40-0,70 | Не более 0,05 |
| <i>Ст4пс</i> | 0,18-0,27 | 0,40-0,70 | 0,05-0,15 |
| <i>Ст4сп</i> | 0,18-0,27 | 0,40-0,70 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст5пс</i> | 0,28-0,37 | 0,50-0,80 | 0,05-0,15 |
| <i>Ст5сп</i> | 0,28-0,37 | 0,50-0,80 | 0,15-0,30 |
| <i>Ст6пс</i> | 0,38-0,49 | 0,50-0,80 | 0,05-0,15 |
| <i>Ст6сп</i> | 0,38-0,49 | 0,50-0,80 | 0,15-0,30 |

Количество углерода в сталях обыкновенного качества (за исключением *Ст0*) можно приблизительно определить, как произведение номера марки стали на коэффициент 0,07.

2. Нелегированные конструкционные качественные стали.

Качественные конструкционные стали, в соответствии с ГОСТ 1050-88, обозначают двузначным числом, указывающим примерное содержание углерода в сталях в сотых долях процента. Например, сталь, содержащая 0,07 - 0,14 % углерода обозначается *10*, а сталь, содержащая 0,57 - 0,65 % углерода – *60*. Для сталей, содержащих менее 0,2 % С, не подвергнутых полному раскислению, в обозначении добавляются буквы *кп* или *пс*. Для спокойных сталей буквы в конце их наименований не добавляются.

Качественные стали с повышенными свойствами, используемые для производства котлов и сосудов высокого давления, обозначают по ГОСТ 5520-79 с добавлением буквы К в конце наименования стали: *15К*, *22К* и др.

3. Конструкционные легированные стали.

В соответствии с ГОСТ 4543-71 наименования таких сталей состоят из букв и цифр. Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь (табл.5.2). Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа (при содержании легирующего элемента до 1,5 % цифра за соответствующей буквой не указывается). Процентное содержание углерода, в сотых долях процента, приводится в начале наименования стали.

Таблица 2 - Обозначение основных легирующих элементов

| Элемент | Обозначение |
|------------------------|-------------|
| Никель | <i>Н</i> |
| Хром | <i>Х</i> |
| Кобальт | <i>К</i> |
| Молибден | <i>М</i> |
| Марганец | <i>Г</i> |
| Медь | <i>Д</i> |
| Бор | <i>Р</i> |
| Ниобий | <i>Б</i> |
| Цирконий | <i>Ц</i> |
| Кремний | <i>С</i> |
| Фосфор | <i>П</i> |
| Редкоземельные металлы | <i>Ч</i> |
| Вольфрам | <i>В</i> |

| | |
|----------|------------------------------------|
| Титан | <i>T</i> |
| Азот | <i>A</i> (в середине наименования) |
| Ванадий | <i>Ф</i> |
| Алюминий | <i>Ю</i> |
| Селен | <i>E</i> |

Например, сталь состава 0,09 - 0,15 % *C*, 0,4 – 0,7 % *Cr*, 0,5 – 0,8 % *Ni* называется *12XH*, сталь состава 0,27 – 0,34 % *C*, 2,3 – 2,7 % *Cr*, 0,2 – 0,3 % *Mo*, 0,06 – 0,12 % *V* – *30X3MΦ*.

Для того, чтобы показать, что в стали ограничено содержание серы и фосфора ($S < 0,03 \%$, $P < 0,03 \%$) и сталь относится к группе высококачественных, в конце ее обозначения ставят букву *A*.

Особовысококачественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву, обеспечивающему эффективную очистку от сульфидов и оксидов, обозначают добавлением через тире в конце наименования стали буквы *Ш*, например, *12X2H4A*, *18XГ-Ш*, *20XГНТР-Ш* и др.

4. Литейные конструкционные стали.

Литейные стали, в соответствии с ГОСТ 977-88, обозначаются по тем же правилам, что и качественные легированные стали. Отличие заключается лишь в том, что в конце наименования литейных сталей приводится буква *Л*, например, *15Л*, *35ХГЛ*, *20Г1ФЛ* и др.

5. Строительные стали.

Строительные стали по ГОСТ 27772-88 обозначаются буквой *С* (строительная) и цифрами, соответствующими минимальному пределу текучести стали в Н/мм². Буква *Кв* в конце наименования указывает на стали с

повышенной коррозионной стойкостью, *Т* – на термоупрочненный прокат, буква *Д* – на повышенное содержание меди (табл. 5.3).

Таблица 3 - Марки по действующей нормативно-технической документации

| Наименование стали | Марки по действующим стандартам | |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | Марка стали | Обозначение стандарта |
| <i>C235</i> | <i>Ст3кп2</i> | ГОСТ 380, ГОСТ 535 |
| <i>C245</i> | <i>Ст3пс5</i> | |
| | <i>Ст3сп5</i> | |
| <i>C255</i> | <i>Ст3Гпс, Ст3Гсп</i> | ГОСТ 380 |
| <i>C275</i> | <i>Ст3пс</i> | |
| <i>C285</i> | <i>Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп</i> | |
| <i>C345</i> | <i>12Г2С</i> | - |
| | <i>09Г2С</i> | ГОСТ 19281 |
| <i>C345Д</i> | <i>12Г2СД</i> | - |
| | <i>09Г2СД</i> | |
| <i>C345К</i> | <i>10ХНДП</i> | ГОСТ 19281 |
| <i>C375</i> | <i>12Г2С</i> | - |
| <i>C375Д</i> | <i>12Г2СД</i> | |
| <i>C390</i> | <i>14Г2АФ</i> | ГОСТ 19281 |
| <i>C390Д</i> | <i>14Г2АФД</i> | |
| <i>C390К</i> | <i>15Г2АФДпс</i> | |
| <i>C440</i> | <i>16Г2АФ</i> | |
| <i>C440Д</i> | <i>16Г2АФД</i> | |
| <i>C590</i> | <i>12Г2СМФ</i> | - |
| <i>C590К</i> | <i>12ГН2МФАЮ</i> | |

6. Автоматные стали.

Наименование автоматных сталей по ГОСТ 1414 - 75 начинаются с буквы *А* (автоматная). Если сталь при этом легирована свинцом, то ее наименование начинается с букв *АС*. Для отражения содержания в сталях остальных элементов используются те же правила, что и для легированных конструкционных сталей, например, *А20*, *А20Г*, *АС38ХГМ*.

7. Подшипниковые стали.

Подшипниковые стали по ГОСТ 801-78 обозначаются также как и легированные с буквой *Ш* в начале наименования. Для сталей, подвергнутых электрошлаковому переплаву, буква *Ш* добавляется также и в конце их наименований через тире, например *ШХ15*, *ШХ20СГ*, *ШХ4-Ш*. Содержание хрома указывается в десятых долях процента.

2. Инструментальные стали

1. Нелегированные углеродистые инструментальные стали.

Данные стали в соответствии с ГОСТ 1435-99 делятся на качественные и высококачественные. Качественные стали обозначаются буквой *У* (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в стали в десятых долях процента. Например, сталь содержащая 0,65 – 0,7 % *С* называется *У7*, сталь содержащая 0,95 – 1,04 % *С* - *У10*, сталь содержащая 1,25 – 1,35 % *С* - *У13*. В обозначения высококачественных сталей добавляется буква *А* (*У8А*, *У10А* и т.д.). Кроме того, в обозначениях как качественных, так и высококачественных углеродистых инструментальных сталей может присутствовать буква *Г*, указывающая на повышенное содержание марганца в сталях (например, *У8ГА*, *У8Г*).

2. Инструментальные легированные стали.

Правила обозначения инструментальных легированных сталей по ГОСТ 5950-2000 в основном те же, что и для конструкционных легированных сталей. Различие заключается лишь в цифрах, указывающих на массовую долю углерода в сталях. Процентное содержание углерода также указывается в начале наименования стали, но при этом в десятых долях процента, а не в сотых долях процента, как для конструкционных легированных сталей. Если же в инструментальной легированной стали содержание углерода составляет около 1,0 %, то соответствующую цифру вначале ее наименования обычно не указывают. Например, сталь *4X2B5MΦ* содержит 0,3 – 0,4 % *C*, 2,2 – 3,0 % *Cr*, 4,5 – 5,5 % *W*, 0,6 – 0,9 % *Mo*, 0,6 – 0,9 % *V*, а сталь *XBΓ* – 0,9 – 1,05 % *C*, 0,9 – 1,2 % *Cr*, 1,2 – 1,6 % *W*, 0,8 – 1,1 % *Mn*.

3. Быстрорежущие стали.

Обозначения марок быстрорежущих сталей согласно ГОСТ 19265-82 начинаются с буквы *P* и цифры, указывающей среднее содержание вольфрама в стали. Далее следуют буквы и цифры, определяющие массовые доли других элементов. В отличие от легированных сталей в наименовании быстрорежущих сталей не указывается процентное содержание хрома, так как оно составляет около 4 % во всех сталях, и углерода (оно пропорционально содержанию ванадия). Буква *Φ*, показывающая наличие ванадия, указывается только в том случае, если содержание ванадия составляет более 2,5 %. В соответствии с вышесказанным, сталь *P18* имеет состав: 0,73 – 0,83 % *C*, 3,8 – 4,4, % *Cr*, ≤ 1 % *Mo*, 1,0 – 1,4 % *V*, 17,0 – 18,5 % *W*, сталь *P6M5* содержит 0,82 – 0,90 % *C*, 3,8 – 4,4, % *Cr*, 4,8 – 5,3 % *Mo*, 1,7 – 2,1 % *V*, 5,5 – 6,5 % *W*, а сталь *P6AM5Φ3* содержит 0,95 – 1,05 % *C*, 3,8 – 4,3, % *Cr*, 4,8 – 5,3 % *Mo*, 2,3 – 2,7 % *V*, 0,05 – 0,1 % *N*, 5,7 – 6,7 % *W*.

3. Коррозионно-стойкие стали

Обозначение коррозионно-стойких (нержавеющих), жаростойких и жаропрочных сталей согласно ГОСТ 5632-72 состоят из букв и цифр и строятся по тем же принципам, что и обозначения конструкционных легированных сталей. В обозначения литейных коррозионно-стойких сталей добавляется буква *Л*. Например: сталь состава $C < 0,08 \%$, $17,0 - 19,0 \%$ *Cr*, $9,0 - 11,0 \%$ *Ni*, *Ti* в интервале от $5 \times C$ до $0,7 \%$, обозначается *08X18H10T*, а литейная сталь *16X18H12C4ТЮЛ* имеет состав: $0,13 - 0,19 \%$ *C*, $17,0 - 19,0 \%$ *Cr*, $11,0 - 13,0 \%$ *Ni*, $3,8 - 4,5 \%$ *Si*, $0,4 - 0,7 \%$ *Ti*, $0,13 - 0,35 \%$ *Al*.

Помимо стандартных, коррозионно-стойкие стали могут иметь и другие наименования. Так опытные марки, впервые выплавленные на заводе «Электросталь», обозначаются буквами *ЭИ*, *ЭП* или *ЭК* и порядковым номером (например, *ЭИ 135*, *ЭП 225*, *ЭК 156*), марки завода «Днепроспецсталь» буквами *ДИ* (*ДИ 57*, *ДИ 94*), марки Челябинского металлургического комбината буквами *ЧС* (*ЧС 43*, *ЧС 87*) и т.д.

В том случае, если стали получены методом электрошлакового переплава, к их наименованиям (также как и для легированных сталей) добавляется через тире буква *Ш* (*06X16H15M3Б-Ш*). Помимо этого к наименованиям указанных сталей через тире могут добавляться буквы, означающие следующее: *ВД* – вакуумно – дуговой переплав (*09X16H4Б-ВД*), *ВИ* – вакуумно - индукционная выплавка (*03X18H10-ВИ*), *ЭЛ* – электронно - лучевой переплав (*03H18K9M5T-ЭЛ*), *ГР* - газокислородное рафинирование (*04X15СТ-ГР*), *ИД* – вакуумно – индукционная выплавка с последующим вакуумно – дуговым переплавом (*ЭП14-ИД*), *ПД* – плазменная выплавка с последующим вакуумно – дуговым переплавом (*ХН45КВТЮБР-ПД*), *ИЛ* – вакуумно – индукционная выплавка с последующим электронно - лучевым переплавом (*ЭП989-ИЛ*) и т.д.

3. Практическая часть

Указать химический состав сталей:

30ХГСА 38ХН3МА 40ХНМА4Х5ФС, 4Х5В2ФС, 4Х4ВМФС, 4ХВС2, Х12, 7Х3, 8Х3, 40Х, 30ХГС, 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 12Х2МФСР, Х5ВФ, 15Х11МФ, 1Х12ВНМФ, 09Х14Н16Б, 09Х14Н19В2БР, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 08Х23Н18, 37Х12Н8Г8МФБ, 09Х14Н19В2БР, 4Х14Н14В2БР, Р18, Р12, Р9, Р9Ф5, Р18Ф2, Р14Ф4, Р18К5Ф2, РХМ4К8, ШХ15, ШХ15СГ.

Практическая работа № 2

Маркировка цветных сплавов

1. Цель работы:

Изучение маркировки цветных сплавов, используемой в России.

2. Теоретическая часть

Цветные металлы являются более дорогими и дефицитными по сравнению с черными, однако область их применения в промышленности непрерывно расширяется. Наиболее широкое применение имеют сплавы на основе алюминия, меди, магния, титана.

Для обозначения элементов, содержащихся в цветных металлах и сплавах, приняты следующие прописные буквы русского алфавита:

А - алюминий, Б - бериллий, Ж - железо, К - кремний, Кд - кадмий, Мц - марганец, М - медь, Мг - магний, Мш - мышьяк, Н - никель, О - олово, С - свинец, Су - сурьма, Ц - цинк, Ф - фосфор, Т - титан.

1. Алюминий и его сплавы

В зависимости от степени чистоты первичный алюминий делится на три класса: особой чистоты А999 (99,999% Al), высокой чистоты А995, А99, А97, А95 (99,995 ... 99,95% Al) и технической чистоты А85, А8, А7, А7Е, А6, А5, А5Е, А0 (99,85 ... 99,0% Al) – ГОСТ 11069-74. Буква Е указывает на то, что алюминий имеет гарантированные электротехнические характеристики.

В качестве постоянных примесей в алюминии присутствуют железо, кремний, медь, марганец, цинк и титан. В качестве основных легирующих элементов в алюминиевых сплавах применяют медь, магний, кремний, марганец, цинк, реже никель, бериллий и др.

Алюминиевые сплавы классифицируют по технологии изготовления, способности к термической обработке и свойствам. Все сплавы алюминия можно разделить на три группы: деформируемые, литейные и спеченные (получаемые методом порошковой металлургии).

Деформируемые алюминиевые сплавы делятся на сплавы неупрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

К деформируемым алюминиевым сплавам неупрочняемым относятся сплавы системы Al- Mn и Al - Mg .

ГОСТом 4784-97 определены марки неупрочняемого деформируемого алюминия и его сплавов (и сопоставление их с марками по международным стандартам ИСО 209-1):

алюминий-АД000(А199,8), АД00(А199,7), АД00Е(ЕА199,7), АД0(А199,5) и т.д.;

система Al–Mn - ММ (AlMnMg0,5), АМц, АМцС, Д12 (AlMn1Mg1). Состав сплавов марки ММ: Si = 0,6%, Fe = 0,7%, Cu = 0,3%, Mn = 1,0-1,5%, Mg = 0,2-0,6%, Cr = 0,1%, Zn = 0,25%, Ti = 0,1%; марки АМц: Si = 0,6%, Fe = 0,7%, Cu = 0,05-0,20%, Mn = 1-1,5%, Zn = 0,1%.

система Al - Mg - АМг0,5, АМг1, АМг1,5, АМг2, АМг2,5, АМг3, АМг3,5, АМг4, АМг4,5, АМг5, АМг6. Цифры, следующие за буквами АМг, соответствуют примерному содержанию магния в этих сплавах. Например, в

сплаве АМг1,5 содержится $Si = 0,4\%$, $Fe = 0,5\%$, $Cu = 0,15\%$, $Mn = 0,1-0,5\%$, $Mg = 1,7-2,4\%$, $Cr = 0,15\%$, $Zn = 0,1\%$.

Все остальные алюминиевые сплавы относятся к упрочняемым термической обработкой.

Сплавы нормальной прочности на основе системы $Al - Cu - Mg$ и $Al - Cu - Mn$ называются дуралюминами (обозначаются буквой Д) и алюминием ковочным (обозначают буквами АК). ГОСТ 4784-97 определяет марки дуралюмина: Д1($AlCu4MgSi$), Д16($AlCuMg1$), Д16ч, Д18, Д19, Д19ч, В65; марки алюминия ковочного: АК6, АК8, АК4, АК4-1, АК4-1ч. Цифры означают условный порядковый номер сплава. Состав сплавов марки Д1: $Si = 0,2-0,8\%$, $Fe = 0,7\%$, $Cu = 3,5-4,5\%$, $Mn = 0,4-1,0\%$, $Mg = 0,4-0,8\%$, $Ti = 0,15\%$, $Cr = 0,1\%$, $Zn = 0,25\%$; марки В65: $Si = 0,5\%$, $Fe = 0,2\%$, $Cu = 3,9-4,5\%$, $Mn = 0,3-0,5\%$, $Mg = 0,15-0,3\%$, $Zn = 0,1\%$, $Ti = 0,1\%$; марки АК4: $Si = 0,5-1,2\%$, $Fe = 0,8-1,3\%$, $Cu = 1,9-2,5\%$, $Mn = 0,2\%$, $Mg = 1,4-1,8\%$, $Ti = 0,1\%$, $Ni = 0,8-1,3\%$. Сплавы АК4, АК4-1, АК4-1ч являются жаропрочными.

Высокопрочные алюминиевые сплавы (системы $Al - Zn - Mg$) обозначаются буквой В. ГОСТ 4784-97 определяет марки: 1915 ($AlZn4,5Mg1,5Mn$), 1925 ($AlZnMg1,5Mn$), В93пч, В95, В95пч, В95оч, В95-1, В95-2, АЦпл. Цифры означают условный номер сплава. Состав сплава марки В95оч: $Si = 0,1\%$, $Fe = 0,15\%$, $Cu = 1,4-2,0\%$, $Mn = 0,2-0,6\%$, $Mg = 1,8-2,8\%$, $Cr = 0,1-0,25\%$, $Zn = 5-6,5\%$, $Ti = 0,05\%$.

Алюминиевые сплавы повышенной пластичности и коррозионной стойкости обозначаются буквами АД – алюминий деформируемый. ГОСТ 4784-97 определяет марки (системы $Al - Mg - Si$) АД31($AlMg0,7Si$), АД31Е($AlMgSi$), АД33($AlMg1SiCu$), АД35($AlSi1MgMn$), АВ (сплав авиаль). Цифры указывают чистоту алюминия, буква Е – сплав с электрическими свойствами. Состав сплава АД31: $Si = 0,2-0,6\%$, $Fe = 0,5\%$, $Cu = 0,1\%$, $Mn = 0,1\%$, $Mg = 0,45-0,9\%$, $Cr = 0,1\%$, $Zn = 0,2\%$.

Алюминиевые сплавы для изготовления проволоки для холодной высадки имеют в маркировке букву П :Д1П, Д16П, Д19П, АМг5П, В95П. Сплавы, предназначенные для изготовления сварочной алюминиевой проволоки, имеют в маркировке буквы Св:СвА99, СвА97, СвА85Т, СвА5, СвАМц, СвАМг3, СвАМг5, СвАМг6, СвАМг63, СвАМг61, СвАК5, СвАК10.

Литейные алюминиевые сплавы ГОСТ 1583-93 делит на 5 групп:

I группа – на основе системы Al – Si – Mg: АК12 (АЛ2), АК13(АК13), АК9(АК9), АК9с(АК9с), АК9ч(АЛ4), АК9пч (АЛ4-1), АК8л(АЛ34), АК7(АК7), АК7ч(АЛ9), АК7пч(АЛ91), АК10Су(АК10Су) и др.;

II группа - системы Al – Si – Cu: АК5Мч (АЛ5-1), АК5М (АЛ5), АК5М2 (АК5М2), АК5М7 (АК5М7), АК6М2 (АК6М2), АК5М4 (АК5М4), АК8М3 (АК8М3), АК8М3ч (ВАЛ8), АК9М2 (АК9М2) и др.;

III группа – системы Al–Cu: АМ5(АЛ19), АМ4,5Кд (ВАЛ10);

IV группа – системы Al – Mg: АМг4К1,5М (АМг4К1,5М), АМг5К (АЛ13), АМг5Мц (АЛ28). АМг6л (АЛ23) и др.;

V группа – системы Al- прочие компоненты: АК7Ц9 (АЛ11), АЦ4Мг(АЛ24), АК9Ц6(АК9Ц6) и др.

В скобках литейных алюминиевых сплавов указаны обозначения марок по ГОСТ 1583, ОСТ 48-178 и по Техническим условиям.

Буква Авмарках означает алюминиевый сплав, остальные буквы и цифры – название легирующего компонента и его содержание. В конце марки иногда указывается степень чистоты сплава: ч – чистый, пч – повышенной чистоты, оч – особой чистоты, л - литейный.

Пример расшифровки сплава марки АК12М2МгН (АЛ30): алюминий литейный (системы Al-Si-Cu), содержащий кремния 11 – 13% (К12), меди 1,5 – 3% (М2), магния 0,8 – 1,3% (Мг), никеля 0,8 – 1,3% (Н), остальное – алюминий.

Маркировка алюминиевых сплавов не отличается системой и единообразием. Поэтому в настоящее время вводится единая четырехцифровая маркировка алюминиевых сплавов. Первая цифра

обозначает основу всех сплавов (алюминию присвоена цифра 1); вторая - главный легирующий элемент или группу главных легирующих элементов; третья цифра или третья со второй соответствует старой маркировке; четвертая цифра – нечетная (включая 0) указывает, что сплав деформируемый, четная - что сплав литейный.

Например, сплав Д1 обозначают 1110, Д16 - 1160, АК4 – 1140, АМг5 – 1550, АК6 – 1360 и т.д. Некоторые новые сплавы имеют только цифровую маркировку: 1915, 1925 и др.

В промышленности используют дисперсно-упрочненные композиционные материалы на алюминиевой основе.

Спеченные алюминиевые порошки - САП-1, САП-2, САП-3, САП-4 – алюминий в виде порошка или пудры, упрочненный частицами оксида алюминия Al_2O_3 . Получают их путем последовательного брикетирования, спекания и прессования окисленной с поверхности алюминия пудры. Цифры - условный порядковый номер сплава, но с увеличением номера возрастают содержание Al_2O_3 в сплаве, его прочность, твердость и жаропрочность. При этом уменьшается пластичность сплава.

Спеченные алюминиевые сплавы – САС-1, САС-2, где цифры – условный порядковый номер сплава, изготовленные, в основном, по той же технологии что и САП, вместо алюминиевого порошка в основе имеют окисленные сплавы. В своем составе сплавы имеют 25-30% Si; 5-7% Ni; остальное – Al.

2. Медь и ее сплавы

По ГОСТ 859-2001 в зависимости от содержания примесей различают марки технической меди: М00б(99,99% Cu), М0б(99,97% Cu+Ag), М1б(99,95% Cu+Ag), М00(99,96%Cu), М0(99,93%Cu+Ag), М1(99,90%Cu+Ag), М1р(99,90%Cu+Ag), М2 (99,7% Cu+Ag), М3 (99,5%

Cu+Ag) и др. Буква "б" в конце марки (М0б) означает - бескислородная, а "р" (М1р) – раскисленная.

Медь образует многие распространенные сплавы: латуни, бронзы и медно-никелевые (мельхиор, нейзильбер, куниаль, константан, манганин, копель и др.).

Латуни – сплавы меди с цинком. Они бывают двойные (простые) и многокомпонентные (легированные).

По технологическому признаку латуни подразделяют на деформируемые и литейные.

Двойные деформируемые латуни маркируются буквой Л (латунь) и цифрой, показывающей среднее содержание меди в процентах (остальное - цинк): Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63, Л60 (ГОСТ 15527-70*).

Латуни с содержанием меди 90% и более (Л96, Л90) называют томпак, при 80 – 85% меди (Л85, Л80) – полутомпак.

Легированные деформируемые латуни маркируются буквой Л и буквами, обозначающими название легирующего элемента. Цифры, отделенные друг от друга через тире, идущие после букв, показывают содержание меди (первая) и легирующих элементов (соответственно буквам) в процентах (остальное – цинк): ЛАЖ60-1-1, ЛЖМц59-1-1, ЛО70-1, ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 и др. (ГОСТ 15527-70).

Называют легированные латуни по легирующим добавкам. Например, ЛА77-2- алюминиевая деформируемая латунь, содержащая 77% Cu, 2% Al(A), остальное (21%)- Zn; ЛО90-1 – оловянный томпак, содержащий 90% Cu, 1% Sn (O), остальное (9%) - Zn.

В марках литейных латуней указывается содержание цинка, а количество каждого легирующего элемента ставится непосредственно за буквой, обозначающей его название: ЛЦ14К3С3, ЛЦ30А3, ЛЦ16К4, ЛЦ37Мц2С2К, ЛЦ40Мц1,5, ЛЦ40С, ЛЦ30А3, ЛЦ40Мц3А и др. (ГОСТ 17711-93).

Пример расшифровки марки ЛЦ23А6Ж3Мц2: алюминиево – железо-марганцовая литейная латунь, содержащая 23%Zn, 6%Al, 3%Fe, 2%Mn, остальное(66%) –Cu.

Бронзы – сплавы меди, в которых цинк или никель не являются основными легирующими элементами.

По химическому составу бронзы подразделяют на оловянные, в которых основным легирующим элементом является олово, и безоловянные, не содержащие олово в качестве легирующего компонента. Называют бронзы, как и латуни, по соответствующим добавкам.

По технологическому признаку бронзы делятся на литейные и деформируемые.

При маркировке бронз на первом месте стоят буквы Бр. Остальная запись марки сплава зависит от способа получения заготовок.

В литейных бронзах обозначение и количество легирующих компонентов выполнено в соответствии с латунями. В конце марки может дополнительно стоять прописная буква Л: БрО3Ц7С5Н1, БрО10Ц2, БрО10Ф1, БрО8Ц4, БрО10С10 и др. (ГОСТ 613-79); БрА9Мц2Л; БрА10Ж4Н4Л, БрСу3Н3Ц3С20Ф (Су – сурьма), БрА7Мц15Ж3Н2Ц2 и др. (ГОСТ 493-79) и т.д.

Пример расшифровки марки БрО3,5Ц7М5: оловянно–цинково-свинцовая литейная бронза с содержанием олова (О) 3,5%, цинка (Ц) 7%, свинца (С) 5%, остальное (84,5%) – медь; БрА7Мц15Ж3Н2Ц2: бронза безоловянная литейная с содержанием алюминия (А)6,6-7,5%, железа (Ж)2,5-3,5%, марганца (Мц)14,0-15,5%, никеля (Н) 1,5 - 2,5%, цинка (Ц) 1,5 - 2,5%.

Отличие обозначения марок деформируемых бронз от литейных такое же, как и у латуней: сначала в буквенном коде записываются все легирующие элементы, а затем – цифры через тире, указывающие в той же последовательности содержание компонентов в процентах: БрОФ6,5-0,4 , БрОЦ4-3, БрОЦС4-4-4 и др. (ГОСТ 5017-74*); БрА5, БрАЖН10-4-4, БрБНТ1,9 и др. (ГОСТ 18175-78*) и т.п.

Пример расшифровки марки БрБ2: безоловянная бериллиевая деформируемая бронза, содержащая 2% бериллия (Б), остальное – (98%) медь; БрБНТ1,7: безоловянная бериллиево – никелево – титановая деформируемая бронза, содержащая 1,7% бериллия (Б), менее 1% никеля и титана каждого, остальное (около 97%) – медь.

Медно – никелевые сплавы – это сплавы, в которых основным легирующим элементом является никель.

Промышленные медно – никелевые сплавы можно условно разделить на две группы: конструкционные и электротехнические. К первой группе относятся коррозионностойкие и высокопрочные сплавы типа мельхиор, нейзильбер, куниаль. В качестве дополнительных легирующих элементов в них добавляют Mn, Al, Zn, Fe, Co, Pb и др.

Маркировка медно–никелевых сплавов начинается с буквы М: МН19, МН25, МНЖМц 30-1-1 – мельхиор; МНЦ15-20, МНЦС16-29-1,8 – нейзильбер; МНА13-3, МНА6-1,5 – куниаль; МНМц40-1,5 – константан; МНМц43-0,5- копель; МНМц3-12- манганин; МНЖ5-1, МНЖМц10-1-1 и др. (ГОСТы 5063-73*, 5187-70*, 492-73*).

3. Магний и его сплавы

По ГОСТ 804-93 в зависимости от химического состава магний первичный выпускается четырех марок: Мг80(99,80%Mg), Мг90(99,90%Mg), Мг95(99,95%Mg) и Мг98(99,98%Mg).

ГОСТ 14957-76 предусматривает марки деформируемых магниевых сплавов: МА1, МА2, МА2-1, МА5, МА8, МА11, МА12, МА14, МА15, МА19. Буквы МА указывают, что сплав магниевый деформируемый, а цифры – условный порядковый номер.

Литейные магниевые сплавы (ГОСТ 2856-79*) выпускаются марок: МЛ3, МЛ4, МЛ4пч, МЛ5, МЛ5пч, МЛ5он, МЛ6, МЛ8, МЛ9, МЛ10, МЛ11, МЛ12, МЛ15 и МЛ19. Буквы МЛ указывают, что сплав магниевый литейный,

цифры – порядковый номер сплава, буквы "пч" в конце марки - сплав повышенной чистоты, "он"-сплав общего назначения. Пример расшифровки марки МЛЗ: магниевый сплав литейный с порядковым номером 3, содержащий алюминия 2,5-3,5%, марганца 0,15-0,5%, цинка 0,5-1,5%

В последнее время марки магниевых сплавов стали указывать с помощью цифрового кода, например: МА1-2311, МА2 – 2311, МА2-1 – 2323 и т.п.

4. Титан и его сплавы

Полученный в результате переплава технический титан маркируют в зависимости от содержания примесей: ВТ1-00 (сумма примесей $< 0,398\%$ - Si = 0,08%, Fe = 0,15%, O = 0,10%, N = 0,04%, C = 0,05%, H = 0,008%, прочих - 0,1%); ВТ1-0 (сумма примесей $< 0,55\%$), ВТ1-2 (сумма примесей $> 2\%$).

По технологии изготовления титановые сплавы подразделяются на деформируемые, литейные и порошковые.

Выпускаются деформируемые титановые сплавы марок (ГОСТ 19807-91): ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ3-1, ВТ5, ВТ5-1, ВТ6, ВТ6с, ВТ8, ВТ14, ВТ20, ВТ22, ПТ-7М, ПТ-3В, АТ3. Стоящие за буквами цифры являются условным порядковым номером. Основными легирующими добавками являются алюминий, кремний, марганец и др. Например, сплав ОТ4-0 содержит следующие легирующие добавки: Al = 0,4-1,4%, Zr = 0,3%, Mn = 0,5-1,3%, Si = 0,12%, Fe = 0,3%; ПТ-7М – Al = 1,8 - 2,5%, Zr = 2,0 - 3,0%, Si = 0,12%, Fe = 0,25%; АТ3- Al = 2,0 - 3,5%, Cr = 0,2 - 0,5%, Si = 0,2 - 0,4%, Fe = 0,2 - 0,5%.

Особенности маркировки литейных титановых сплавов – наличие буквы Л в конце обозначения марки: ВТ5Л, ВТ3-1Л, ВТ20Л и др.

Для изготовления деталей методом порошковой металлургии используют сплавы ВТ5, ВТ5-1, ОТ4, ВТ3-1 и т.д. Маркировка порошковых сплавов сохраняется без изменений.

3. Практическая часть

Указать химический состав сплавов:

БрОЦСН 3-7-5-1, БрОЦС 3-12-5, БрОЦС 5-5-5, БрОФ 6,5-0,15, БрОЦС 4-4-2,5, БрА5, БрАЖ 9-4Л, ЛАЖ 60-1-1, ЛМцА 57-3-1, ЛО 60-1, ЛС 74-3, Л 96, Л 90, Л 85, АМц, АМг2, АМг3, Д 1, Д16, АК 4, АК 6, АК8

Список литературы

1. Волков, Г. М. Материаловедение: учебник для втузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. — 2-е изд., перераб. — Москва: Академия, 2012. — 447 с.: ил. — (Высшее профессиональное образование: Техника и технические науки) (Бакалавриат). — ISBN 978-5-7695-8087-1 (в пер.). 50 экз
2. Материаловедение: сборник. ч.1 / Удмуртский гос. ун-т. — Ижевск, 2006. — 1 опт. диск. (CD ROM). — (Электронная библиотека).
3. Черкес, З. А. Машиностроительные материалы на основе железа. Металлургия чугуна и стали: учеб. пособие / З. А. Черкес; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. — 196 с.: ил. — ISBN 978-5-7679-1708-2. 51 экз
5. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Альянс, 2011. — 644 с.