

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов»

**Освоение принципов маркировки сталей и сплавов
в России и по Европейским нормам**

Методическое пособие к практическим занятиям
по дисциплине «Материаловедение»

Пермь 2015

Составители: Силина О.В., Каменских А.П.

Рецензент: к.т.н., доцент Некрасова Т.В.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения практических занятий по дисциплине «Материаловедение».

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов» «22» октября 2014 года протокол № 7.

Методическое пособие согласовано с методической комиссией механико-технологического факультета «27» октября 2014 года протокол № 2.

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, 2015

Цели работы:

- ознакомиться с принципами маркировки сталей в России и сталей по евростандарту (EN 10027);
- научиться определять металлургическое качество, назначение, среднее содержание углерода и легирующих элементов в сталях по Российским нормам;
- научиться определять среднее содержание углерода и легирующих элементов по заданной марке стали по Евронормам.

Краткие теоретические сведения

Получаемые тем или иным способом стали чрезвычайно разнообразны по химическому составу и свойствам. В настоящее время насчитывается до 10 тысяч марок выплавляемых в мире сталей.

Набором марок сталей в стандартах весь используемый диапазон свойств перекрыт многократно, и поэтому в настоящее время общая тенденция заключается в сокращении числа марок используемых сталей. Если в ГОСТ 4543 представлены 85 марок сталей, то в аналогичном японском стандарте - 40 марок; в США за последние годы из стандарта изъято 92 марки. Вводить новые марки имеет смысл только при появлении сталей с новым принципом упрочнения, обеспечивающим высокую технологичность изготовления заготовок и деталей, а также высокую надежность получения заданного уровня характеристик механических и физико-химических свойств.

Для того чтобы ориентироваться в этом множестве сталей, необходимо как минимум уметь классифицировать используемые стали и знать их маркировку. При этом следует отметить, что единой мировой системы классификации и маркировки сталей в настоящее время нет.

1. Маркировка сталей в России

Классификация сталей

В России приняты следующие основные виды классификации сталей: по способу выплавки, по металлургическому качеству, по химическому составу, по назначению.

1. *По способу выплавки (способу производства).* По способу производства различают следующие стали: бессемеровскую, томасовскую, кислородно-конвертерную, электросталь.

2. *По металлургическому качеству.* Классификационным признаком является суммарное содержание основных вредных примесей - серы и фосфора. В соответствии с данной классификацией все стали делят на четыре класса (табл. 1).

Таблица 1

Содержание фосфора и серы в сталях
различного металлургического качества

Класс стали	Фосфор, мас. %	Сера, мас. %	Фосфор +сера, мас. %
	не более		
Сталь обыкновенного качества	0,040	0,050	0,090
Качественная сталь	0,035	0,035	0,070
Высококачественная сталь	0,025	0,025	0,050
Особовысококачественная сталь	0,025	0,015	0,040

Стали обыкновенного качества могут быть только углеродистыми (нелегированными). Стали других классов могут относиться к любым группам по степени легированности.

3. *По химическому составу.* По химическому составу все стали принято делить на два класса: стали, не содержащие в своем составе легирующих элементов, - углеродистые (нелегированные), и стали, в составе которых есть легирующие элементы. Такие стали называют легированными.

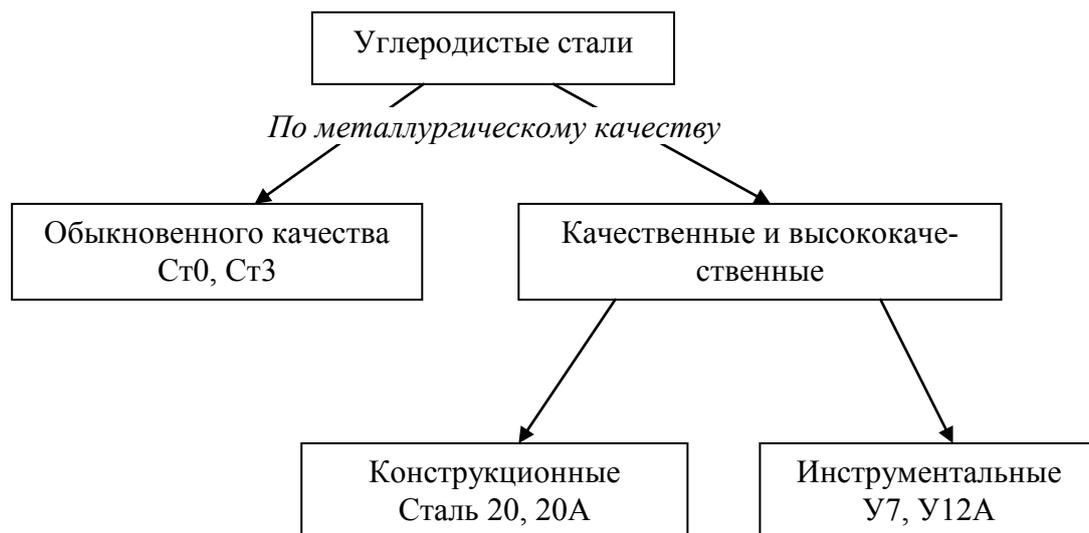
В свою очередь углеродистые стали делят на три группы по содержанию углерода: низкоуглеродистые (содержание углерода менее 0,30 %), среднеуглеродистые (содержание углерода от 0,30 до 0,65 %) и высокоуглеродистые (содержание углерода более 0,65 %).

Легированные стали разделяют на три группы по суммарному содержанию легирующих элементов: низколегированные (суммарное содержание легирующих не более 2,5 %), легированные или среднелегированные (суммарное содержание легирующих от 2,5 до 10 %) и высоколегированные (содержание легирующих добавок более 10 %, при содержании в них железа не менее 45 %). Кроме того, все легированные стали, так же как и нелегированные, делят на три группы по содержанию углерода. В соответствии с такой классификацией низколегированная сталь может быть низко-, средне- и высокоуглеродистой.

4. *По назначению.* В самом простом случае все стали по назначению можно разделить на два класса: конструкционные и инструментальные.

Маркировка углеродистых сталей

В России принята буквенно-цифровая маркировка **углеродистых (нелегированных)** сталей в зависимости от их металлургического качества и назначения. Принцип маркировки сталей разных групп можно проиллюстрировать следующей схемой:



Углеродистые стали обыкновенного качества содержат повышенное количество вредных примесей ($S < 0,06 \%$; $P < 0,07 \%$). Эти стали маркируют буквами Ст и цифрами от 0 до 6. Цифры показывают номер марки стали (ГОСТ 380-94). Чем больше порядковый номер, тем больше содержание углерода и выше прочностные свойства стали. Дополнительные индексы в маркировке указывают степень раскисления стали: **кп** – кипящая, **пс** – полуспокойная, **сп** – спокойная. Повышенное содержание марганца указывается буквой Г.

Примеры. Ст3сп – углеродистая сталь обыкновенного качества, спокойная.

Ст5Гпс – углеродистая сталь обыкновенного качества с повышенным содержанием марганца, полуспокойная.

Углеродистые конструкционные качественные стали (ГОСТ 1050-88) содержат $S < 0,035 \%$, $P < 0,035 \%$ и маркируют с помощью слова «Сталь» и двузначного числа, которое показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Дополнительные индексы у малоуглеродистых качественных сталей показывают степень раскисления. Спокойные стали маркируют без индекса, полуспокойные и кипящие с индексами соответственно **пс** и **кп**. Для **высококачественных** сталей с ограниченным содержанием серы и фосфора ($S < 0,025 \%$; $P < 0,025 \%$) в конце марки ставят букву А. Автоматные стали обозначают буквой А в начале марки (ГОСТ 1414-75). Буквой Л в конце марки обозначают литейные стали (ГОСТ 977-88). Котельные стали (ГОСТ 5520-79) для изготовления сосудов и котлов высокого давления маркируют буквой К в конце маркировки

Примеры. Сталь 20 – углеродистая качественная конструкционная сталь со средним содержанием углерода 0.2 %.

Сталь 20А – то же, высококачественная.

Сталь А20 – углеродистая конструкционная автоматная сталь с улучшенной обрабатываемостью резанием за счет добавления серы, со средним содержанием углерода 0.20 %.

Сталь 18К – углеродистая конструкционная котельная сталь со средним содержанием углерода 0.18 %.

Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435-99) обозначают буквой **У** в начале марки и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента. У высококачественных сталей добавляется буква **А** в конце марки. Повышенное содержание марганца указывается буквой **Г**.

Примеры. **У7** – углеродистая качественная инструментальная сталь со средним содержанием углерода 0.7 %.

У12А – углеродистая высококачественная инструментальная сталь со средним содержанием углерода 1.2 %.

У8ГА – углеродистая высококачественная инструментальная сталь с повышенным содержанием марганца.

1.2. Маркировка легированных сталей

Основной принцип маркировки **легированных** сталей не связан с их металлургическим качеством и определяется только назначением сталей.



Легированные конструкционные стали общего (ГОСТ 4543-74) и специального (ГОСТ 5632-78) назначения маркируются сочетанием букв и цифр. В начале марки **первые две или три цифры** показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Расшифровка обозначений легирующих элементов приведена в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение легирующих элементов

Об-чение	Элемент	Об-чение	Элемент	Об-чение	Элемент
Н	Никель	Б	Ниобий	Р	Бор
Х	Хром	С	Кремний	Ц	Цирконий
Г	Марганец	Т	Титан	Е	Селен
М	Молибден	Ю	Алюминий	П	Фосфор
Ф	Ванадий	К	Кобальт	Ч	Редкозем. мет.
В	Вольфрам	Д	Медь	А (в середине)	Азот
Ви	Висмут	Гл	Галлий	И	Ирридий
Кд	Кадмий	Ш	Магний		

Цифры, стоящие за буквами, указывают на содержание легирующих элементов в процентах. Если цифра не указана, то легирующего элемента может содержаться не более 1,5 %, а также в десятых или сотых долях, если такие легирующие элементы, как V, Nb, Ti, Zr, B, N представлены в виде микродобавок. Кроме того, дополнительно в конце марки буквой А обозначают высококачественные стали ($S < 0,025 \%$; $P < 0,025 \%$), а буквами (обозначают методы переплава), указанными в табл. 3 – особовысококачественные ($S < 0,015 \%$; $P < 0,015 \%$), которые ставят через тире в конце марки.

Таблица 3

Обозначение методов получения особовысококачественных сталей.

Дополнение к марочному обозначению стали	Первичная обработка	Последующий переплав
ВД	Вакуумно-дуговой переплав	–
ВИ	Вакуумно-индукционная выплавка	–
ИД	Вакуумно-индукционная выплавка	Вакуумно-дуговой
ИП	Вакуумно-индукционная выплавка	Плазменно-дуговой
ИШ	Вакуумно-индукционная выплавка	Электрошлаковый
ИЛ	Вакуумно-индукционная выплавка	Электронно-лучевой
ГР	Газокислородное рафинирование	–
П	Плазменно-дуговой переплав	–
ПТ	Плазменная выплавка	–
ПД	Плазменная выплавка	Вакуумно-дуговой
ПЛ	Плазменная выплавка	Электронно-лучевой
ПП	Плазменная выплавка	Плазменно-дуговой
ПШ	Плазменная выплавка	Электрошлаковый
СШ	Обработка синтетическим шлаком	–
Ш	Электрошлаковый переплав	–
ШД	Электрошлаковый переплав	Вакуумно-дуговой
ШЛ	Электрошлаковый переплав	Электронно-лучевой
ШП	Электрошлаковый переплав	Плазменно-дуговой
ЭЛ	Электронно-лучевой переплав	–

Примеры. 40X13 – легированная качественная конструкционная сталь со средним содержанием углерода 0.4 %, хрома – 13 %.

18X2ГЗАФБ – легированная качественная конструкционная сталь со средним содержанием углерода 0.18%, хрома – 2%, марганца – 3%, содержание азота, ванадия, ниобия менее 1,5 %.

12X2Н4А – легированная высококачественная конструкционная сталь со средним содержанием углерода 0.12 %, хрома – 2 %, никеля – 4 %.

18ХГ-ШЛ – легированная особовысококачественная, полученная методом электрошлакового с последующим электронно-лучевым переплавом, конструкционная сталь со средним содержанием углерода 0.18 %, хрома менее 1.5 %, марганца менее 1.5 %.

Некоторые группы конструкционных сталей имеют собственную маркировку.

Литейные конструкционные стали (ГОСТ 977-88), используемые в литом состоянии, обозначаются по тем же правилам, что и конструкционные качественные, но в конце марки добавляют букву **Л** (например: **20Л**, **30ГСЛ** и др.).

Электротехнические конструкционные стали имеют следующую маркировку: после первой буквы **Э** следуют цифры.

Первая цифра за буквой **Э** определяет класс стали по структурному состоянию и виду прокатки (**1** – горячекатаная изотропная, **2** – холоднокатаная изотропная, **3** – холоднокатаная анизотропная).

Вторая цифра определяет группу стали по содержанию кремния(см.табл.4).

Таблица 4

Обозначение групп электротехнических сталей по содержанию кремния.

Номер группы	0	1	2	3	4	5
Наименование группы	Нелегированная	Низколегированная	Слаболегированная	Среднелегированная	Повышеннолегированная	Высоколегированная
Si, %	≤0,5	0,5-0,8	0,8-2,1	1,8-2,8	2,5-3,8	3,8-4,8

Третья цифра обозначает вид стали по основным нормируемым характеристикам магнитных свойств: **0** – величина удельных магнитных потерь при частоте тока 50Гц, индукции 1.7Тл, а также индукция при напряженности поля 100 А/м; **1** – величина удельных магнитных потерь при частоте тока 50Гц, индукции 1.5Тл, а также индукция при напряженности поля 2500 А/м; **2** – величина удельных магнитных потерь при частоте тока 200Гц, индукции 1Тл; **6** – величина индукции в слабых полях при напряженности поля 0.4 А/м; **7** – величина индукции в сильных полях при напряженности поля 10 А/м; **8** – характеризует релейные стали.

Четвертая цифра (кроме релейных сталей) обозначает количественное значение основных нормируемых характеристик: **1** – нормальный; **2** – повышенный; **3** – высокий; **4** – более высшие уровни.

Пятая цифра (только для релейных сталей) обозначает величину коэрцитивной силы в А/м.

Кроме того, электротехнические стали могут иметь дополнительные символы: **Т** – сталь термостойкая; **Ш** – улучшенная штампуемость; **Н** – сталь с нетермостойким покрытием; **У** – подвергается контролю на внутренние дефекты.

Примеры. **Э10895** – электротехническая горячекатаная анизотропная нелегированная релейная сталь с содержанием кремния и алюминия <0.5% и величиной коэрцитивной силы в 95 А/м.

Э2113 – электротехническая холоднокатаная изотропная низко-легированная сталь с содержанием кремния 0.5-0.8%, величиной удельных магнитных потерь при частоте тока 50Гц, индукции 1.5Тл, а также индукции при напряженности поля 2500 А/м, с высоким уровнем нормируемых характеристик.

Строительные конструкционные стали (ГОСТ 27772-88) обозначаются буквой С (строительная) и цифрами, соответствующими минимальному пределу текучести стали, и дополнительными символами в конце маркировки: **К** – указывает на сталь с повышенной коррозионной стойкостью; **Т** – на термоупрочненный прокат; **Д** – на повышенное содержание меди (например: **С230**, **С350Т**, **С445Д** и тд).

Автоматные конструкционные стали (ГОСТ 1414-75) в начале маркировки содержат букву **А** (автоматные), если они дополнительно легированы свинцом – **АС**, если селеном – **АЕ**. Далее марка содержит цифры и буквы, обозначающие содержание углерода и легирующих элементов, как для конструкционных сталей (например: **А15**, **АС35ХН**, **АЕ38ХГМ**).

Подшипниковые стали (ГОСТ 801-78) в начале маркировки содержат букву **Ш**, далее следует буквы и цифры, обозначающие содержание легирующих элементов, как для конструкционных сталей, **причем содержание хрома обозначается в десятых долях**. Содержание углерода в подшипниковых сталях не указывается и его количество всегда около 1%.

Пример. **ШХ15** – подшипниковая конструкционная сталь со средним содержанием углерода 1.0 %, хрома – 1.5 %.

ШХ20СГ-Ш – особовысококачественная подшипниковая конструкционная сталь со средним содержанием углерода 1.0 %, хрома – 2.0 %, кремния < 1.5 %, марганца < 1.5 %.

Опытные стали маркируются двумя заглавными буквами, обозначающими завод изготовитель: **ЭИ**, **ЭК**, или **ЭП** – «Электросталь»; **ДИ** – «Днепропецсталь», **ЧС** – Челябинский завод «Мечел», **ЗИ** – Златоустовский металлургический завод. Далее идут цифры, обозначающие порядковый номер стали. Например: **ЭИ-435**, **ЧС-43** и др.

Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950-2000) маркируют аналогично конструкционным сталям, с той лишь разницей, что содержание углерода указывают **одной цифрой в десятых долях процента**. Количество углерода 1 % и более в марке не указывают.

Пример. **9ХС** – легированная инструментальная качественная сталь со средним содержанием углерода 0.9 %, хрома и кремния – не более 1.5 %.

ХГТ – легированная инструментальная качественная сталь со средним содержанием углерода около 1 %, хрома, марганца и титана – не более 1.5 %.

Быстрорежущие инструментальные стали (ГОСТ 19265-75) имеют собственную маркировку. Обозначение марок начинается с буквы **Р** и цифры, указывающей содержание вольфрама в целых долях. Далее следуют буквы и цифры, обозначающие содержание легирующих элементов. В марке быстрорежущих сталей не указывается содержание хрома, так как оно во всех сталях составляет 4% и углерода (его содержание составляет примерно 1%). Буква **Ф**, показывающее наличие ванадия, указывается только в том случае, если содержание ванадия составляет более 2.5%.

Примеры. **Р6М5** – быстрорежущая инструментальная сталь со средним содержанием углерода не менее 1%, вольфрама – 6 %, молибдена – 5 % и хрома – 4%.

Р6АМ5Ф3 – быстрорежущая инструментальная сталь со средним содержанием углерода не менее 1%, вольфрама – 6 %, молибдена – 5 %, ванадия – 3%, хрома – 4%, содержание азота менее 1 %.

2. Маркировка по Еuronормам

Европейская система маркировки сталей подробно приведена в стандарте EN 10027, который состоит из двух частей: часть 1 определяет порядок присвоения сталям буквенно-цифровых обозначений - наименований (марок); часть 2 – порядок присвоения сталям только цифровых обозначений (порядковых номеров).

Согласно EN 10027 (часть 1) стали по порядку присвоения им наименований делятся на две группы. В первую группу включены стали, наименование которых определяется их назначением и механическими или физическими свойствами. Во вторую группу входят стали, наименование которых определяется их химическим составом.

Маркировка по назначению и механическим или физическим свойствам

Марка или наименование стали состоит из одной или более букв, связанных с назначением стали, за которыми следуют цифры, определяющие ее свойства. За цифрами могут следовать дополнительные символы, указывающие на состояние поставки стали и ее конкретное назначение (в стандарте предусмотрены две группы дополнительных символов по степени их значимости или обязательности указания). В табл. 5 приведены буквы и цифры, используемые для наименования сталей по назначению и свойствам согласно EN 10027.

Таблица 5

Правила маркировки стали по свойствам и назначению

Нач. буква	Назначение стали свойство,	Дополнительные символы				
		Группа 1			Группа 2	
S = (G – стальное литье, ставится впереди, если необходимо).	Конструкционные стали Например: S355JO Свойство: минимальный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) в Н/мм ² (три цифры)	Работа разрушения при ударе			Температура	C = с повышенной пластичностью в холодном состоянии D = для нанесения покрытий в горячем состоянии E = для эмалирования F = дляковки и штамповки L = для работы при низких температурах O = для шельфовых кон-
		27 Дж	40 Дж	60 Дж	° C	
		JR	KR	LR	+ 20	
		JO	KO	LO	0	
		J2	K2	L2	- 20	
		J3	K3	L3	- 30	
		J4	K4	L4	- 40	
		J5	K5	L5	- 50	
J6	K6	L6	- 60			

		<p>M = термомеханически упрочненная</p> <p>N = нормализованная</p> <p>Q = термообработанная</p> <p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	<p>струкций</p> <p>S = для судостроения</p> <p>T = для труб</p> <p>W = стойкая к атмосферной коррозии</p> <p>M = термомеханически упрочненная</p> <p>N = нормализованная</p> <p>Q = термообработанная</p>
<p>P =</p> <p>(G – стальное литье, ставится впереди, если необходимо).</p>	<p>Стали для котлов и судов высокого давления</p> <p>Например: P265B</p> <p>Свойство: минимальный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) в Н/мм² (три цифры)</p>	<p>M = термомеханически упрочненная</p> <p>N = нормализованная</p> <p>Q = термообработанная</p> <p>B = баллоны со сжатым газом</p> <p>S = обычные сосуды под давлением</p> <p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	<p>H = высокая температура</p> <p>L = низкая температура</p> <p>R = комнатная температура</p> <p>X = высокая или низкая температура</p>
<p>L =</p>	<p>Стали для трубопроводов</p> <p>Например: L360Q</p> <p>Свойство: минимальный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) в Н/мм² (три цифры)</p>	<p>M = термомеханически упрочненная</p> <p>N = нормализованная</p> <p>Q = термообработанная</p> <p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	<p>Буква и цифра, если необходимо</p>
<p>E =</p>	<p>Стали для машиностроения</p> <p>Например: E295</p> <p>Свойство: минимальный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) в Н/мм² (три цифры)</p>	<p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	
<p>B =</p>	<p>Арматурные стали</p> <p>Например: B500N</p> <p>Свойство: предел текучести ($\sigma_{0,2}$) в Н/мм² (три цифры)</p>	<p>N = нормальной вытяжки</p> <p>H = высокой вытяжки</p> <p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	
<p>R =</p>	<p>Рельсовые стали</p> <p>Например: R0880Mn</p> <p>Свойство: минимальное временное сопротивление (σ_B) в Н/мм² (четыре цифры, возможен ноль впереди)</p>	<p>Mn = высокое содержание марганца</p> <p>Cr = легированная хромом</p> <p>G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	<p>Q = термообработанная проволока</p>

<p>Y =</p>	<p>Стали для предварительно напряженных конструкций Например: Y1770C Свойство: минимальное временное сопротивление (σ_B) в Н/мм² (четыре цифры)</p>	<p>C = холодотянутая проволока H = горячекатаные или предварительно напряженные прутки Q = термообработанная проволока S = тонкий трос G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	<p>Q = термообработанная проволока</p>
<p>H = Если установлен предел текучести HT = Если установлено временное сопротивление</p>	<p>Холоднокатаный листовой прокат из высокопрочных сталей для холодной штамповки Например: H420M (HT420M) Свойства: для H минимальное временное сопротивление (σ_T) в Н/мм² (три цифры); для HT – минимальное временное сопротивление (σ_B) в Н/мм² (три цифры)</p>	<p>M = термомеханически упрочненная или холоднокатаная B = закаленная в печи P = легированная фосфором X = двухфазная Y = с малым содержанием элементов внедрения (C или N) G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	
<p>D =</p>	<p>Стали для листового проката для холодной штамповки. Например: DC12EK Свойства: C = холоднокатаный D = горячекатаный X = состояние проката (две буквы или три цифры)</p>	<p>D = для нанесения покрытий в горячем состоянии EK = для эмалирования DK = для безгрунтового эмалирования G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</p>	
<p>T = Если установлен предел текучести TH = Если установлена твердость</p>	<p>Упаковочные листы и ленты. Например: T660 (TH660) Свойства: для H минимальное временное сопротивление (σ_B) в Н/мм² для двойного обжатия (три цифры); для HT – средняя твердость HV</p>	<p>Дополнительные символы не предусмотрены</p>	<p>Дополнительные символы не предусмотрены</p>

М =	Электротехнические стали Например: M400-50A Свойство: предельно допустимые потери на перемагничивание в Вт/кг, умноженные на сто (три цифры).	Для магнитной индукции от 1,5Тл (при 50 Гц) A = с неориентированным зерном D = нелегированные без заключительного отжига E = легированные без заключительного отжига N = с нормальными потерями на перемагничивание Для магнитной индукции от 1,7Тл (при 50 Гц) S = ориентированное зерно с ограниченными потерями на перемагничивание P = ориентированное зерно с низкими потерями на перемагничивание	
-----	---	--	--

Примеры. **S355JO** – конструкционная сталь. $\sigma_{0,2} \geq 355 \text{ Н/мм}^2$; работа разрушения при ударе $\geq 27 \text{ Дж}$ (тип = 0 °С).

P265B – сталь для баллонов со сжатым газом. $\sigma_{0,2} \geq 265 \text{ Н/мм}^2$.

L360Q – термообработанная сталь для магистральных трубопроводов. $\sigma_{0,2} \geq 360 \text{ Н/мм}^2$

E295 – машиностроительная сталь. $\sigma_{0,2} \geq 295 \text{ Н/мм}^2$.

B500N – арматурная сталь нормальной вытяжки. 500 Н/мм^2 .

Y1770C – холоднотянутая проволока из стали для предварительно-напряженных конструкций с минимальным временным сопротивлением 1770 Н/мм^2 .

R0880Mn – рельсовая сталь с высоким содержанием марганца. $\sigma_{\text{в}} \geq 880 \text{ Н/мм}^2$.

H420M – термомеханически упрочненная листовая высокопрочная сталь для холодной штамповки с минимальным пределом текучести 420 Н/мм^2 .

DC12EK – холоднокатаная листовая сталь для холодной штамповки и эмалирования.

T660 – упаковочный лист (лента) с заданным пределом текучести для двойного обжата 660 Н/мм^2 .

TH52 – упаковочный лист (лента) со средней твердостью 52 НВ.

M400-50A – электротехническая сталь с предельно допустимыми потерями на перемагничивание 4 Вт/кг для магнитной индукции от 1.5 Тл при частоте 50 Гц с неориентированным зерном.

Маркировка сталей по химическому составу

Все стали, входящие во вторую группу согласно EN 10027, разделены на четыре подгруппы в зависимости от их назначения и содержания легирующих элементов.

Все стали поделены на 4 группы, из них три группы различаются по степени легированности, а в четвертую группу выделены быстрорежущие стали, отличающиеся принципом маркировки. Стали, входящие в одну группу, имеют одинаковую начальную букву в марке:

- С** – углеродистые стали (**нелегированные**);
Без буквы – низколегированные стали (с содержанием каждого легирующего элемента до 5%);
Х – высоколегированные стали (с содержанием хотя бы одного элемента более 5%);
НС – быстрорежущие стали.

Правила записи марки (наименования) стали каждой из четырех подгрупп приведены в табл. 6.

Таблица 6

Правила записи марки стали по ее химсоставу согласно EN 10027.

№ под-группы	Нач. буква	Назначение стали свойство, определяемое цифрами	Дополнительные символы										
1	С = (G = стальное литье. Ставится впереди, если необходимо).	Нелегированные стали со средним содержанием Mn менее 1 % (кроме автоматных) Например: С35Е4 Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	Е = заданное максимальное содержание серы, умноженное на 100 R = заданный интервал содержания серы, умноженный на 100 D = для тянутой проволоки С = с повышенной пластичностью в холодном состоянии S = пружинная T = инструментальная W = для сварочной проволоки G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами										
2	Без буквы (G = стальное литье. Ставится впереди, если необходимо).	Нелегированные стали с содержанием Mn > 1 %, нелегированные автоматные стали, легированные стали с содержанием каждого легирующего элемента до 5 % Например: 28Mn6 Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	Легирующие элементы: Буквы: символы химических элементов Цифры: отделенные тире, соответствуют среднему содержанию элемента, умноженному на нижеследующие коэффициенты <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Элемент</th> <th>Коэффициент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr, Co, Mn, Ni, Si, W</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ce, N, P, S</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table>	Элемент	Коэффициент	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10	Ce, N, P, S	100	B	1000
Элемент	Коэффициент												
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4												
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10												
Ce, N, P, S	100												
B	1000												
3	Х = (G = стальное литье. Ставится впереди, если необходимо).	Легированные стали со средним содержанием по меньшей мере одного легирующего элемента более 5 % Например: Х5CrNi18-10 Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	Легирующие элементы: Буквы: символы химических элементов, выстроенные по убыванию содержания элементов (при одинаковом содержании – в алфавитном порядке) Цифры: отделенные тире, соответствуют среднему содержанию элемента										

4	HS =	Быстрорежущие стали Например: HS2-9-1-8 Числа разделенные тире: содержания легирующих элементов в следующем порядке: W-Mo-V-Co	Дополнительные символы не предусмотре- ны
---	-------------	---	--

Примеры. **C35E4** – нелегированная сталь со средним содержанием углерода 0.35 %, с содержанием марганца менее 1 % и максимальным содержанием серы 0.04 %.

C100T – инструментальная сталь со средним содержанием углерода 1.0 %.

28Mn6 – легированная сталь со средним содержанием углерода 0.28 % и марганца 1.5 % (6, деленное на коэффициент 4).

13CrMo4-5 – легированная сталь со средним содержанием углерода 0.13 %, хрома 1 %, молибдена 0.5 % и содержанием марганца более 1 %.

20S15 – нелегированная автоматная сталь со средним содержанием углерода 0.2 %, серы 0.15 %.

X5CrNi18-10 – легированная сталь со средним содержанием углерода 0.05 %, хрома 18.0 %, никеля 10.0 %.

X13CrMoNiSi4-5 – легированная сталь со средним содержанием углерода 0.13 %, хрома 4 % и молибдена 5 %. Содержание никеля, кремния намного меньше и поэтому в марке не указано.

HS2-9-1-8 – быстрорежущая сталь со средним содержанием углерода – 1.0%, вольфрама – 2.0 %, молибдена – 9.0 %, ванадия – 1.0 %, кобальта – 8.0 %. Дополнительные символы не предусмотрены.

Порядок выполнения практической работы:

Практическое задание, состоящее из трех индивидуальных заданий, выполняется по вариантам. Номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале группы.

Индивидуальные задания

I. Определить металлургическое качество, назначение, среднее содержание углерода и легирующих элементов в сталях по Российским нормам:

1. 50ХФА, Сталь 45, У10, ХВГ.	16. 4Х2НМФ, Сталь 85, У7А, 10Х14АГ15.
2. ШХ15, Х12М, Сталь 85, 40ХН2МА.	17. У9, 40ХФА, Х12М, Ст05кп.
3. 20ХН4ФА, У8А, Сталь 15, 9ХС.	18. 09Г2С, А40Г, 4Х5МФС, У7.
4. 07Х3ГНМ, 3Х2В8Ф, У9Ф, Х12Ф1.	19. ШХ15СГ, У12А, 3Х2Н2МВФ, 10Г2БД.
5. 12Х2Н4А-ШЛ, 5ХНМ, Х12ВМ, У12А.	20. А30, 9Х2МФ, У8А, 10Х3ГНМЮАФТ-ВД.
6. 120Г13Л, Сталь 15, ХВГ, 70С3А.	21. 16Г2АФ, Р6М5К5, Сталь 45, У13А.
7. 12Х18Н9Т, 9Х2, У9А, Х.	22. У9, 5ХНТ, 40ХН2МА, Сталь 25.
8. Х6ВФ, 20ХН, У8А, Сталь 55Л.	23. ХВГ, У12А, Сталь 55, 20ХН4ФА.
9. 18ХНТ, Ст2Гпс, У10А, 60С2ХФА.	24. 20ХГНР, У10, Сталь 10, Х6ВФ.
10. 95Х18, У7А, Х6ВФ, Сталь 15.	25. 38ХА, Сталь 35, 9ХВГ, У9.
11. 9ХС, У12А, Сталь 75, 08Х18Н10Т.	26. Сталь 09, 30ХГСА, Ст0, Р6М5К5.
12. 38ХН3МФА-ИП, Сталь 45, Х12М, У9А.	27. 12Х2Г2НМФТ, Ст5пс, А25, Сталь 10К.
13. ШХ6, 3Х2В8Ф, У7А, Сталь 65.	28. 9ХС, Р6М5К5, 38Х2МЮА, У10А.
14. 38Х2МЮА, 6ХС, Сталь 30, У8А.	29. 110Г13Л, 4Х5МФС, ШХ9А, Сталь 10А.
15. Р9, 7Х2СМФ, 20Х2Н4ВА, У10.	30. У12А, А45, 30ХГТ, Х.

Примечание. При выполнении задания и записи химического состава стали углерод и легирующие элементы обозначать с помощью химических символов, например С = 0,3 %; Ni = 2,0 %.

II. Научиться определять среднее содержание углерода и легирующих элементов по заданной марке стали по Евронормам. Составить обозначение (марку) этих же сталей по стандартам России (например, сталь 40S20 → А40; сталь 60Si8 → 60С2).

1. 9S27, 67SiCr5, X8CrNi12-12.	16. 9Mn22, 10CrMo4-4, X8CrMoTi17.
2. 41Cr4, 9SMn22, X40CrMo13.	17. 40S20, 30MnCrTi5, X8CrNi30-10.
3. 15Cr3, 28NiCrMo4, X8CrNiMoNb18-10.	18. C100, 42MnV7, X12CrNi12-7.
4. 35S20, 30WCrV17-9, 8CrNiMoNb18-10.	19. 5Ti5, 70MnCrTi8, X12MnCr18-12.
5. 9S20, 60SiMn7, X12MnCr18-10.	20. C60, 37MnV7, X10CrAl24.
6. 60S20, 27CrAl6, X8CrMoTi17.	21. 10Si4, 42CrMoV6-7, X8CrNiMoTi18-11.
7. 12Ni19, 9S25, X8Cr17.	22. 40S20, 8CrMo2-5, X40Cr13.
8. 45S20, 28NiCrMo4-4, X12CrNiMo18-18.	23. 10Mn4, 62SiCr5, X5CrNiNb20.
9. 14Ni6, 13CrV5-3, X15CrNiSi25-20.	24. C120, 9MnNi4, X2CrNiMo19-13.
10. 22S20, 20CrMoV13-5, X15CrNiSi20-13.	25. C60, 50MnCrTi4, X12CrNi17-7.
11. C40, 42CrV6, X12CrNiMo18-18.	26. C32E4, HS2-6-1-5, 32MK6.
12. 120Mn50, 14NiCr14, X10CrAl24.	27. 15Cr8, 27CrMn6-3, X8CrMoTi17-8.
13. C25, 28NiCr6, X18CrNiMo18-11.	28. C35, 30MnCrTi15-7, X8CrNiMoTi18-10.
14. 37MnSi5, 30WCrV17-9, X10Cr13.	29. 50S20, 60SiMn7-4, X10Cr18.
15. 34Cr4, 50MnSi4, X10CrAl13.	30. 110Mn50, 13CrMo5-3, X18CrAl24-10

III. Расшифровать назначение, условия поставки и уровень гарантированных свойств следующих сталей по Евронормам.

1. S350JO, R0900Cr.	16. GP200QR, B600N.
2. P260B, GS395K2L.	17. R0790Mn, S350LRNF.
3. L365N, S68LRD.	18. L380N, E395.
4. E450, S605K3QL.	19. E610, GS320L3N.
5. R0850Cr, B480H.	20. S375K3ML, E285.
6. S400KO, E435.	21. R0890Ni, GS540JRW.
7. GP260SH, R0850Cr.	22. GS350L5QE, R0950Cr.
8. L300N, R0750Mn.	23. S400K0NW, E375.
9. P320BR, R0750.	24. L410M, S650L2L.
10. E340, GS420LRD.	25. P310BQH, B450H.
11. S420LRD, L410Q.	26. S455K2NT, R0820Mn.
12. P270BMR, E610.	27. P285B, E165
13. L510Q, GS310K0L.	28. L345N, S180LRNF.
14. L450M, GP260BR.	29. S380LRD, L410Q.
15. P320ML, GS420KRE.	30. GP180QR, S495K3QL.

Контрольные вопросы

1. Правила (принцип) составления (обозначения, формирования) маркировки углеродистых сталей обыкновенного качества, углеродистых конструкционных и инструментальных сталей.
2. Правила составления маркировки сталей различного металлургического качества.
3. Правила составления маркировки легированных конструкционных и инструментальных сталей.
4. Особенности маркировки автоматных сталей.
5. Особенности маркировки шарикоподшипниковых сталей.
6. Особенности маркировки быстрорежущих сталей.
7. Типы маркировок сталей по стандарту EN 10027.
8. Правила формирования марки сталей по химическому составу согласно Евронорм.
9. Правила формирования марки сталей по назначению, условиям поставки и уровню гарантированных механических свойств согласно Евронорм.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 380-94 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
2. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
3. ГОСТ 1414-75 Прокат из конструкционной стали высокой обрабатываемости резаньем. Технические условия.
4. ГОСТ 5520-79 Сталь листовая углеродистая, низколегированная и легированная для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия.
5. ГОСТ 1435-99 Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия.
6. ГОСТ 4543-74 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
7. ГОСТ 5632-78 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.
8. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия.
9. ГОСТ 27772-88 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
10. ГОСТ 801-78 Сталь подшипниковая. Технические условия.
11. ГОСТ 5950-2000 Прутки, полосы, мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия.
12. ГОСТ 19265-75 Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия.

- 13.Марочник сталей и сплавов. 2-е изд. доп. и испр./ А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Камирский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. 784с.
- 14.Европейский стандарт EN 10027.
- 15.Стали и сплавы. Марочник: справ. изд./ В.Г. Сорокин и др. Научн. Ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев. М.: Интермет Инжиниринг, 2001.608с.