

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П.Королёва

В.В.Уваров, Е.А.Носова, В.С.Уварова

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ И ЗАРУБЕЖНАЯ МАРКИРОВКА
КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Учебное пособие

Самара, 2004

УДК 69.14.18.29

Уваров В.В., Носова Е.А., Уварова В.С. Отечественная и зарубежная маркировка конструкционных сталей: Учеб.пособие, Самар.гос.аэрокосм.ун-т. Самара, 2004. – 34 с.

Приведены материалы по стандартизации и маркировке сталей в России и в промышленно развитых зарубежных странах. Указаны принципы маркировки конструкционных сталей по физическим, механическим свойствам и химическому составу. Даны типовые примеры маркировки стали в разных странах.

Предназначается для студентов машиностроительных и металлургических специальностей, а также для студентов, обучающихся по специальностям «Стандартизация и сертификация в машиностроении», «Управление качеством продукции».

Работа подготовлена на кафедре «Технология металлов и авиационное материаловедение»

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королёва.

Рецензенты – доктор технических наук, профессор Попов И.П.
доктор физико-математических наук, профессор Покоев А.В.

©Самарский государственный аэрокосмический университет, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Система стандартизации стали.....	5
2. Общие принципы маркировки стали.....	7
3. Принципы маркировки сталей по российским стандартам.....	9
4. Маркировка сталей по европейским стандартам (евронормам EU).....	10
4.1. Маркировка сталей по физическим характеристикам.....	12
4.2. Маркировка сталей по химическому составу.....	14
5. Маркировка сталей в Германии.....	16
5.1. Цифровая маркировка (номер материала).....	16
5.2. Маркировка с помощью букв и цифр (марка стали).....	21
6. Маркировка сталей в Швеции.....	22
7. Маркировка сталей во Франции.....	23
8. Маркировка сталей в Англии.....	27
9. Маркировка сталей в США.....	28
10. Маркировка сталей по национальным стандартам Японии.....	31
Библиографический список.....	33

Введение

Для правильного выбора стали при изготовлении деталей машин или конструкций необходимо иметь представление о свойствах современных конструкционных сталей, производимых на металлургических заводах.

Поставка и получение стали и стальных изделий осуществляются на основании действующих технических условий. Так как система стандартизации стали и стальных изделий не во всех странах одинакова, выбирать равноценные стали, производимые в различных странах, довольно затруднительно. Маркировка стали в различных странах тоже разная, и по марке стали часто даже нельзя определить основной характер стали. В большинстве стран марка стали состоит из комбинации цифр и букв. Буква в марке стали обычно обозначает присутствие легирующего элемента, но в разных странах эти буквы обозначают разные элементы. В некоторых странах для этой цели применяют просто химические символы соответствующего элемента.

В современный период интеграции стран и вхождения России в мировой рынок вопросы системы стандартизации и, в частности, маркировки стали, как ведущего конструкционного материала, являются весьма актуальными. Нынешние студенты, будущие специалисты, должны располагать необходимой информацией в области стандартизации и маркировки сталей.

1. Система стандартизации стали

В каждой стране на материал и изделия разрабатываются технические стандарты. Каждый Государственный технический стандарт имеет свое обозначение, которое выбирается таким образом, чтобы оно не дублировалось в других странах. Поэтому в технической литературе и других документах нет необходимости указывать принадлежность стандарта определенной стране, так как она определяется его основным символическим обозначением, приводимым обычно в начале обозначения стандарта. Основные обозначения технических стандартов отдельных стран, их названия, а также названия институтов по стандартизации приведены в табл. 1.

В большинстве стран обозначение стандарта состоит из трех частей: первая часть является основным государственным символическим обозначением стандарта, вторая часть—символом технической области, к которой стандарт относится (например, область металлургии); третья часть—это обычно число, которое имеет определенное значение или является просто порядковым номером стандарта для соответствующей области.

В некоторых странах металлические материалы и заготовки из них имеют при стандартизации единое обозначение. Это обозначение подразделяется в зависимости от материала (сталь, цветные металлы, чугун) и вида изделия.

В различных странах технические стандарты на сталь и стальные изделия упорядочены по-разному. В общем, все эти стандарты можно разделить на следующие группы:

1. Общие стандарты, содержащие различные термины и определения, общие положения об условиях поставки и контроля и т.п.
2. Стандарты по отбору проб, содержащие указания об объеме испытаний и порядке отбора проб для контроля и испытаний поставляемого материала.
3. Стандарты испытаний, регламентирующие порядок и методику испытаний.
4. Стандарты на материалы (стандарты качества), содержащие требования к металлическим материалам.
5. Технические инструкции по поставке, группируемые по определенным видам изделий и содержащие технические требования, предъявляемые к этим изделиям, и положения об их проверке.
6. Стандарты на изделия (стандарты на размеры), подразделяемые в зависимости от вида изделий и содержащие размеры и допуски.
7. Обзорные стандарты, содержащие некоторые основные характеристики материалов отдельных групп, взятые из стандартов на материалы (например, конструкционные стали вообще и стали для сосудов высокого давления).
8. Технические описания, содержащие дополнительные сведения, но не имеющие такого обязательного характера, как стандарты (например, таблицы для пересчета диаметра отпечатка на значения твердости по Бринеллю, сравнительные таблицы показателей твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу и сравнительные таблицы показателей ударной вязкости, полученных различными методами).

Таблица 1

Перечень обозначений ряда государственных стандартов в различных странах

Страна	Государственный стандарт		Организация по стандартизации	
	Обозначение	Название	Обозначение	Название
Аргентина	IRAM	-	IRAM	Institute Argentino de Racionalizacion de Materiales
Бельгия	NBN	Norme belge	IBN	Institute Belge de Normalisation
Чехия и Словакия	CSN	Ceskoslovenska statni norma	UNM	Urad pro normalizaci a mereni
Китай	GB	Guojia Biaozhun	-	-
Дания	DS	Dansk Standard	DS	Dansk Standardiseringsrad
Евросоюз	EURONORM	-	-	Europaische Gemeinschaft fur Kohle und Stahl
Финляндия	SFS	Finlands Standardiseringsforbund	-	-
Франция	NF	Norme francaise	AFNOR	Association Francaise de Normalisation
Италия	UNI	Unificazione italiana	UNSIDER	Seziane di Unificazia Siderurgiar dell' Asso Indusrtrie Siderurgich Italiane
Израиль	SI	Israel Standard	SII	Standards Institution of Israel
Япония	JIS	Japanese Industrial Standard	JISC	Japanese Industrial Standard Committee
Канада	CSA	-	CSA	Canadian Standards Association
Германия	DIN	Deutsche Industrienorm	DNA	Deutsche Normenau
Голландия	NEN	Nederlandse Norm	NNI	Nederlandse Norma Institut
Норвегия	NS	Norsk Standard	NSF	Norges Standardis Forbund
Австрия	ONORM	Osterraichische Norm	ONA	Osterraichische Normenausschuss
Россия	ГОСТ	Государственный стандарт	-	-
Швеция	SIS	Sveriges Standardiseringskommission	-	-
США	ASA	American Standard	ASA	American Standard Association
			ASTM	American Society for Testing and Materials
			AISI	American Iron and Steel Institute
Англия	B.S.	British Standard	B.S.I.	British Standards Institution

В большинстве стран стандарты на материалы объединены с техническими инструкциями на поставку. Такие стандарты разделяются по группам сталей одинакового характера (обычные стали, улучшаемые цементуемые и коррозионностойкие), а также по группам изделий одинаковой формы (толстый лист, трубы для металлоконструкций, сварные трубы), либо по областям применения (котельный лист, лист для глубокой вытяжки, котельные трубы, фасонные профили и катанка).

Для указанных групп сталей разработаны перечни, в которые входят характеристики всех металлических материалов, относящихся к соответствующей группе. При этом один и тот же материал может появиться в нескольких перечнях; такие перечни являются очень ценным пособием для конструктора при выборе материала.

2. Общие принципы маркировки стали

Отдельным видам стали присваивается обычно марка, состоящая из букв или цифр, либо из комбинации букв и цифр. Во всех странах, производящих сталь, эти стали имеют как общее обозначение в соответствии с национальными техническими стандартами, так и заводскую марку изготовителя. Заводские марки присваиваются не стандартизованным в данной стране сталям и стандартизованным. Заводская марка указывает изготовителя стали. Пока не существует единой международной системы маркировки сталей, вследствие чего в системах обозначения сталей в отдельных странах имеются существенные различия.

Название каждой марки стали должно быть очень кратким, простым, оно должно иметь определенный смысл, т. е. быть конкретным, понятным, чтобы его можно было выразить не только письменно, но и устно. Важно, чтобы название марки оставалось до тех пор, пока эта сталь находится в производстве, так как она упоминается в чертежах и других технических документах, касающихся производства изделий из данной стали. Следует отметить, что в настоящее время появилось особое требование, связанное с использованием маркировки стали в программах при работе на ПЭВМ.

При создании системы маркировки сталей применяют различные критерии, наиболее распространённым из которых является химический состав. В ряде систем таким критерием является предел прочности, в других – только порядковый номер с обозначением группы сталей, исходя из области её применения и т.п.

Буквы, применяемые для обозначения марки легированной стали, означают, как правило, основные легирующие элементы. В таблице 2 приведены данные по обозначению легирующих элементов в марках сталей ряда стран.

Таблица 2

Обозначение легирующих элементов в марках сталей различных стран

Элемент	Символ	Россия	Германия	Франция	Европейский союз EU	Италия
Алюминий	Al	Ю	Al	A	Al	A
Бор	B	P	B	B	B	-
Углерод	C	У	-	-	-	-
Кобальт	Co	K	Co	K	Co	K
Хром	Cr	X	Cr	C	Cr	C
Медь	Cu	Д	Cu	U	Cu	-
Марганец	Mn	Г	Mn	M	Mn	M
Молибден	Mo	M	Mo	D	Mo	D
Азот	N	A	N	Az	N	Az
Ниобий	Nb	Б	Nb	Nb	Nb	-
Никель	Ni	Н	Ni	N	Ni	N
Фосфор	P	П	P	P	P	-
Кремний	Si	С	Si	S	Si	S
Титан	Ti	Т	Ti	T	Ti	T
Ванадий	V	Ф	V	V	V	-
Вольфрам	W	В	W	W	W	-
Цирконий	Zr	Ц	Zr	Zr	Zr	-

Как видно из табл.2, не во всех странах в марке стали отдельные легирующие элементы обозначают одинаковыми буквами. В связи с этим, одинаковые стали в разных странах имеют неодинаковые обозначения. В качестве примера можно отметить ряд маркировок, приведённых в таблице 3.

Таблица 3

Различия в обозначении одинаковых сталей в различных странах

Страна	Марка стали							
	Чехия	10000	10370	11423	12010	12050	15260	15340
Россия	Ст.0	Ст.3кп	ВСт.4кп	10	45	50ХФА	38ХМЮА	1Х13
Польша	St 0	St 3	St 4SX	10	45	50HF	38НМУ	1Н13
Германия	St33-1	Ust37-1	Ust42-2	Ck10	Ck45	50CrV4	-	-
Франция	ADx	A37-1bis	A42-3	XC10	C45	50CV4	-	-
Бельгия	A00	A37	A42Hsk	C10m	C45m	CrVa512	-	X15C13
Италия	A00	A37	Aq 42	C10	C45	50CV4	38CAD7	-

В последние десятилетия происходит интеграция стран не только в политической и социальной области, но и в области технической документации, и, в первую очередь, в вопросах создания единых стандартов в маркировке сталей и сплавов. Пока сделаны первые шаги в создании единой международной системы маркировки стальных материалов. Так, страны Европы, вступившие в Евросоюз (EU), в качестве единой системы маркировки приняли систему европейских стандартов (Еврономы EU). Это не означает, что все страны одновременно вводят эту систему маркировки сталей. Процесс перехода является эволюционным и определяется соответствующими

временными факторами и документами. Однако, введение системы маркировки по Евронормам является предпочтительным и означает реальный шаг в деле интеграции стран европейского континента. Аналогичные процессы происходят и в других регионах мира (Азиатско-Тихоокеанский регион, Северо- и Южно Американские страны и т.п.)

Страны СНГ, производящие сталь и стальные полуфабрикаты, в основном используют систему маркировки, принятую в России (бывшем СССР), но ряд заказов выполняют и по стандартам других стран.

3. Принципы маркировки сталей по Российским стандартам

В России принята буквенно-цифровая система маркировки сталей, в том числе и легированных. Каждая марка содержит определённое сочетание цифр и букв. Легирующие элементы обозначаются буквами русского алфавита, обозначения приведены выше (табл.2). Буква А в середине марки стали указывает на содержание азота, а в конце марки – на то, что сталь высококачественная.

Для конструкционных марок стали первые две цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента. Если содержание легирующего элемента больше 1 %, то после буквы указывается его среднее значение в целых процентах. Если содержание легирующего элемента около 1 % или меньше, то после соответствующей буквы цифра не ставится.

В качестве основных легирующих элементов в конструкционных сталях применяют хром до 2 %, никель 1-4 %, марганец до 2 %, кремний 0,6-1,2 %. Такие легирующие элементы, как Мо, W, V, Ti, обычно вводят в сталь в сочетании с Cr, Ni с целью дополнительного улучшения тех или иных физико-механических свойств. В конструкционных сталях эти элементы обычно содержатся в следующих количествах, %: Мо 0,2-0,4; W 0,5-1,2; V 0,1-0,3; Ti 0,1-0,2.

Например, сталь 18ХГТ содержит, %: 0,17-0,23 С, 1,0-1,3 Cr, 0,8-1,1 Mn, около 0,1 Ti; сталь 38ХНЗМФА - 0,33-0,40 С, 1,2-1,5 Cr, 3,0-3,5 Ni, 0,35-0,45 Мо, 0,1-0,18 V; сталь 30ХГСА - 0,32-0,39 С, 1,0-1,4 Cr, 0,8-1,1 Mn, 1,1-1,4 Si.

В инструментальных сталях в начале обозначения марки стали ставится цифра, показывающая содержание углерода в десятых долях процента. Начальную цифру опускают, если содержание углерода около 1 % или более. Например, сталь 3Х2В8Ф содержит, %: 0,3-0,4 С, 2,2-2,7 Cr, 7,5-8,5 W, 0,2-0,5 V; сталь 5ХНМ - 0,5-0,5 С, 0,5-0,8 Cr, 1,4-1,8 Ni, 0,19-0,30 Мо; сталь ХВГ - 0,90-1,05 С, 0,9-1,2 Cr, 1,2-1,6УУ, 0,8-1,1Mn.

Для некоторых групп сталей принимают дополнительные обозначения. Марки автоматных сталей начинаются с буквы А, подшипниковых - с буквы Ш, быстрорежущих - с буквы Р, электротехнических - с буквы Э, магнитотвердых - с буквы Е.

При маркировке электротехнических сталей (1211, 1313, 2211 и т. д.) первая цифра обозначает класс по структурному состоянию и виду прокатки, вторая - содержание кремния, третья - потери на гистерезис, четвертая - группу

по основной нормируемой характеристике. Вместе три первые цифры означают тип стали, а четвертая - порядковый номер этого типа стали.

Марки стали для строительных конструкций обозначают С235, С245, С255, С345, С590К и т. д., где буква С означает, что сталь строительная, цифры - предел текучести проката в МПа, а буква К - вариант химического состава. Если в конце обозначения стоит буква Д, это значит, что сталь дополнительно легирована 0,15-0,30 % Си, например С345Д.

Для изготовления рельсов широкой колеи типов Р75, Р65, Р50 применяют стали марок М76, М74, где буква М указывает мартеновский способ выплавки, а цифры - среднее содержание углерода в сотых долях процента. В конце обозначения марок особо высококачественных сталей могут стоять буквы, показывающие способы ее дополнительного переплава. Буквы ВД означают, что с целью улучшения качества сталь была подвергнута вакуумно-дуговому переплаву, буква Ш - электрошлаковому, ПД - плазменно-дуговому, ВИ - вакуумно-индукционной выплавке.

Нестандартные легированные стали, выпускаемые заводом «Электросталь», обозначают сочетанием букв ЭИ (электросталь исследовательская) или ЭП (электросталь пробная). Легированную сталь, выпускаемую Златоустовским металлургическим заводом, маркируют буквами ЗИ, заводом «Днепроспецсталь» - ДИ. Во всех случаях после сочетания букв идет порядковый номер стали, например ЭИ 417, ЭП 767, ЗИ 8, ДИ 8 и т. д. После освоения марки металлургическими и машиностроительными заводами условные обозначения заменяет общепринятая маркировка, отражающая химический состав стали.

Литейные стали маркируются той же буквенно-цифровой системой, как и деформируемые. Но в конце марки дополнительно ставится буква Л, что означает литейную сталь.

Жесть в зависимости от назначения, качества поверхности и свойств делится на марки ЧЖК, ЧЖР, ГЖГ, ГЖР, ЭЖК, ЭЖК-Д, ЭЖР-Д. Буквы в обозначении марок означают: ЖК - жесть консервная, ЖР - жесть разного назначения, кроме тары для пищевых продуктов, Ч - черная, Г - горячего лужения, Э - электротехнического лужения, Д - жесть с дифференциальным покрытием.

4. Маркировка сталей по Европейским стандартам (Евронормам)

Для обозначения стали используют комбинацию букв и цифр, которая характеризует основные свойства стали (физические, химические, механические или технологические). В случае необходимости вводят добавочные характеристики. Особое внимание уделяется степени чистоты стали по содержанию фосфора и серы, степень чистоты обозначают буквами латинского алфавита, как указано в табл.4.

Таблица 4

Обозначение степени чистоты сталей по фосфору и сере (по Евронормам)

Буквы	Максимальное содержание, %		Буквы	Максимальное содержание, %	
	P	S		P	S
Y	0,080	-	L	0,040	0,030
V	0,070	-	K	0,035	0,035
U	0,080	0,060	J	0,030	0,025
T	0,060	0,050	H	0,025	0,035
R	0,050	0,050	G	0,020	0,025
Q	0,045	0,045	F	0,020	0,015
N	0,040	0,040	Z	0,015	0,020
M	0,040	0,035			

Если маркировка стали проведена по Евронормам, то в конце маркировки указывают буквы EU.

Принципиально маркировка сталей производится либо по основным физико-механическим характеристикам, либо по химическому составу. Общая схема системы маркировки сталей по Евронормам приведена в табл.5.

Таблица 5

Перечень марок сталей по Евронормам

Разделение сталей для маркировки	Маркировка по основным физическим характеристикам		Маркировка по основному химическому составу		
	По показателям механических свойств	По остальным показателям	Углеродистые стали	Низколегированные, содержащие каждого легирующего элемента <5%	Легированные, содержащие каждого легирующего элемента >5%
Группа	1-4	.5	.1	.2.1	.2.2
<i>Основное обозначение</i>					
1. Основной знак	Fe	Fe	C	-	X
2. Цифра или буква, обозначающая	Минимальный гарантированный предел прочности (кг/мм ²). Минимальный гарантированный предел текучести (кг/мм ²) со стоящей впереди буквой E	Буква, характеризующая особые свойства, с последующим двузначным числом (согласно стандарту на изделие)	Среднее содержание углерода (%), умноженное на 100		

Продолжение таблицы 5

Разделение сталей для маркировки	Маркировка по основным физическим характеристикам		Маркировка по основному химическому составу		
	По показателям механических свойств	По остальным показателям	Углеродистые стали	Низколегированные, содержащие каждого легирующего элемента <5%	Легированные, содержащие каждого легирующего элемента >5%
Группа	1-4	.5	.1	.2.1	.2.2
3. Буква, обозначающая легирующий элемент	В данном случае химический символ легирующего элемента, добавляемого для получения определенных свойств	-	-	Химические символы легирующих элементов, характеризующих сталь	
4. Цифры, обозначающие содержание легирующих элементов	-	-	-	Содержания основных легирующих элементов (%), умноженные в зависимости от элемента на 4, 10, 100 или 1000	Содержания основных легирующих элементов (%)
<i>Дополнительное обозначение</i> 5. Буква или цифра, обозначающая группу качества	Свариваемость (А, В, С) или другие показатели качества	Две буквы, первая из которых обозначает состояние поверхности, вторая – состояние после обработки	-	-	-
6. Буква, показывающая степень чистоты	Заглавные буквы (Y, V, U, T), показывающие максимальное содержание фосфора и серы в анализе плавки				
7. Буквы EU, обозначающие маркировку по Еuronormам	Fe42L Fe42DEU Fe50B-2 FeE32-2 Fe42Pb FeE36Mn FeE36CrEu	FeW36 FePO3BC - - - - -	C35 C42EU C40R - - - -	20Mn5 18NiCr16 35NiCrMo15EU - - - -	X10Cr13 X10CrNi1808 X200Cr13 - - - -

4.1. Маркировка сталей по физическим характеристикам

Маркировку сталей можно производить:

I. По минимальному гарантированному пределу прочности стали. Так обычно обозначают стали, используемые без термической обработки, а также в исключительных случаях стали после нормализация. На первом месте стоят

буквы Fe, на втором—цифра, показывающая минимальный гарантированный предел прочности (МПа).

II. По минимальному гарантированному пределу текучести. Первым знаком марки в этом случае, как и в первом, будут буквы Fe, вторым — буква E, а третьим—цифра, показывающая минимальный гарантированный предел текучести (МПа).

III. По минимальному гарантированному пределу прочности и по легирующему элементу. Первым знаком марки будут буквы Fe, вторым—цифра, показывающая минимальный предел прочности (МПа), третьим—химический символ присаживаемого элемента.

IV. По минимальному гарантированному пределу текучести и по легирующему элементу. Первым знаком марки будут буквы Fe, вторым—буква E, третьим—цифра, показывающая минимальный гарантированный предел текучести (МПа), четвертым - химический символ присаживаемого элемента.

Во всех этих случаях обозначение марки может быть дополнено следующими характеристиками:

- 1) склонностью к свариваемости (обозначаемой, например, буквами A, B, C, D);
- 2) другими критериями качества (например, 1, 2, 3 и т. д.). В этом случае перед указанными цифрами ставится дефис;
- 3) буквой, выражающей степень чистоты (см. табл. 4);
- 4) обозначением EU (Еврономы).

V. По особым характеристикам. Первым знаком марки будут буквы Fe, вторым—заглавная буква, выражающая особые свойства, например W (особые магнитные свойства), P (штампруемость) и т. п. Третьим знаком будет двузначное число, характеризующее эти свойства по соответствующим Еврономам.

Эти основные марки могут быть дополнены:

- а) одной заглавной буквой (A, B, C и т. д.), характеризующей состояние поверхности изделия;
- б) одной заглавной буквой (A, B, C и т. д.), характеризующей состояние после обработки;
- в) одной заглавной буквой, выражающей степень чистоты (табл. 4);
- г) буквами EU (Еврономы).

Примеры. Fe420N—сталь с гарантированным минимальным пределом прочности. 420 МПа содержанием фосфора <0,040%; серы <0,040%.

Fe420DEU — сталь с гарантированным минимальным пределом прочности 420МПа, со склонностью к свариваемости D, обозначение по Еврономам/

Fe500B-2—сталь с гарантированным минимальным пределом прочности 500 МПа со склонностью к свариваемости B и показателем качества 2.

FeE320-2—сталь с минимальным гарантированным пределом текучести 320 МПа и показателем качества 2.

Fe420Pb—сталь с минимальным гарантированным пределом прочности 420 МПа, содержащая добавку свинца.

FeE360Mn — сталь с гарантированным минимальным пределом текучести 360 МПа, содержащая добавку марганца.

FeE360CrEU — сталь с гарантированным минимальным пределом текучести 360 МПа, содержащая добавку хрома, обозначение по Евронормам.

FePO3BC — стальной лист для глубокой вытяжки с показателем качества 03 и качеством поверхности В в состоянии после обработки.

4.2. Маркировка сталей по химическому составу

При маркировке по химическому составу стали делят на углеродистые и легированные.

А. Углеродистые стали

Для получения определенных механических свойств углеродистые стали подвергают термической обработке, а при их маркировке указывают только среднее содержание углерода.

Марка стали этой группы содержит следующие обозначения в указанном порядке:

а) букву С;

б) цифру, показывающую содержание углерода, умноженное на 100. Если эта цифра меньше 20, то ее округляют до целого числа, если же она больше 20, то единицы округляют до следующих ближайших чисел: 0, 2, 5, 8 (промежуточные цифры резервированы для вариантов обозначенных таким образом сталей). В случае необходимости марка стали дополняется одной из следующих букв Y, V, U, T (см. табл. 4), характеризующих степень чистоты (по фосфору и сере), или обозначением EU.

Примеры. С35—углеродистая сталь в состоянии после термической обработки со средним содержанием углерода 0,35%.

С42E — углеродистая сталь в состоянии после термической обработки со средним содержанием углерода 0,42% (по Евронормам).

С40К—углеродистая сталь в состоянии после термической обработки со средним содержанием углерода 0,40%; максимальное содержание фосфор а и серы по 0,35%.

В. Низколегированные и легированные стали

Стали этой группы используют после термической обработки. В марке этих сталей указывают среднее содержание углерода и содержание одного или нескольких легирующих элементов. При маркировке эту группу сталей делят на две подгруппы: а и б. В подгруппу а включены низколегированные и легированные стали, в которых содержание каждого легирующего элемента составляет менее 5%, В подгруппу б входят легированные стали, в которых содержание каждого легирующего элемента составляет более 5%.

а. Стали с содержанием каждого легирующего элемента менее 5%

Марки этих сталей содержат обозначения в указанной ниже последовательности:

1) число, соответствующее среднему содержанию углерода, умноженному, на 100, округленное, как в разделе А;

2) химические символы легирующих элементов, характеризующие сталь в такой последовательности: основной элемент или основные элементы, содержания которых приведены в марке стали сразу после химического символа последнего элемента; обозначения остальных легирующих элементов, содержание которых в марке стали не указывается, но присутствие которых оказывает благоприятное влияние на свойства стали;

в) одну или несколько цифр, каждая из которых, деленная на коэффициент, приведенный в табл. 6, выражает среднее содержание основных легирующих элементов в том порядке, в каком приведены обозначения этих элементов.

Частное округляют до целого меньшего числа, если его десятая меньше 0,5, и большего, если его десятая равна или превышает 0,5.

Содержание элементов в марке стали не указывается, если оно не превышает следующих значений: 1%Mn; 0,5%Si; 0,5% Ni; 0,4% Cu; 0,25% Cr; 0,1% Mo; 0,06%V; 0,01% B.

Если нужно различить очень близкие стали, то следует учесть и другие элементы, содержащиеся в стали, которые обычно в марке не указывают.

Таблица 6

Коэффициент для определения среднего содержания легирующих элементов (по Евронормам)

Химический символ элемента	Коэффициент
Co, Cr, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
N, P, S	100
B	1000

Марка стали может быть дополнена еще следующими обозначениями: одной из букв Y, V, U, T (см. табл. 4), выражающей степень чистоты (по фосфору и сере), или буквами EU (Евронормы).

Примеры. 20Mn5 — низколегированная марганцовистая сталь со средним содержанием углерода 0,20% и марганца 1,25%.

18NiCr16 — легированная никель-хромистая сталь со средним содержанием углерода 0,18% и никеля 3,75— 4,25%; содержание хрома не указано.

35NiCrMo15EU — легированная никельхромомолибденовая сталь со средним содержанием углерода 0,35% и никеля 3,5-4%. Обозначение по Евронормам.

б. Стали с содержанием каждого легирующего элемента более 5%

Марки этих сталей содержат обозначения в указанной последовательности:

1) букву X, обозначающую, что сталь этой подгруппы отличается от всей подгруппы *a*;

2) число, соответствующее среднему содержанию углерода, умноженному на 100, и округленное, как в подгруппе *a*;

3) химические символы легирующих элементов, как в подгруппе *a*;

4) одну или несколько двузначных цифр (в случае необходимости дополненных цифрой 0), каждая из которых представляет среднее содержание основных легирующих элементов в процентах, причем в такой последовательности, в которой следуют химические символы элементов. Цифры округляются до ближайшего большего целого числа. В конце марка может быть дополнена обозначением EU.

Примеры. X10Cr13 - хромистая сталь со средним содержанием 0,10% C и 12 - 14% Cr.

X10CrNi1808 — хромоникелевая сталь со средним содержанием 0,10% C; 17—19% Cr и 7—9% Ni.

X200Cr13—хромистая сталь со средним содержанием 2,0% C и 12 - 14% Cr.

5. Маркировка сталей в Германии

Согласно DIN (Deutsche Industrienorm) в Германии буквенно-цифровая система маркировки проводится в соответствии с классификацией сталей по степени легирования и режимам термической обработки. Национальный стандарт Германии осуществляет маркировку сталей двумя способами.

5.1. Цифровая маркировка (номер материала)

Цифровое обозначение может состоять из семи цифр.

Первая цифра характеризует способ производства стали:

- 0 - способ не играет роли или не определен;
- 1 - томасовская кипящая сталь;
- 2 - томасовская спокойная сталь;
- 3 - кипящая сталь иного способа производства;
- 4 - спокойная сталь иного способа производства;
- 5 - кипящая мартеновская сталь;
- 6 - спокойная мартеновская сталь;
- 7 - кипящая кислородно-конвертерная сталь;
- 8 - спокойная кислородно-конвертерная сталь;
- 9 - сталь электровыплавки.

Вторая цифра характеризует особенности обработки стали:

- 0 - без обработки или состояние после прокатки иликовки;

- 1 - после нормализации;
- 2 - после смягчающего отжига;
- 3 - после отжига с целью улучшения обрабатываемости резанием;
- 4 - после отжига с целью повышения вязкости;
- 5 — после улучшения;
- 6 - после закалки;
- 7 - после холодной деформации;
- 9 - после специальной обработки.

Классификация сталей приведена в таблице 7.

5.2. Маркировка с помощью букв и цифр (марка стали)

Этот вид обозначения предусматривает классификацию сталей по степени легирования и виду термической обработки.

Углеродистые неулучшаемые стали. В начале марки располагается заглавная буква, отражающая вид раскисления стали:

V - кипящая сталь;

K - полуспокойная или спокойная сталь, раскисленная марганцем и кремнием;

KK - сталь, раскисленная кремнием, марганцем и алюминием по специальной технологии.

Далее следует индекс **St** и трехзначное число, характеризующее минимальный предел прочности при комнатной температуре в МПа. Далее указывается номер группы качества, которая может быть 1, 2 и 3, при этом группа 3 отличается более низким содержанием фосфора, серы и углерода. Между пределом прочности и группой качества ставится дефис. Указанные четыре обозначения формируют основу марки, однако возможно и указание дополнительных данных. Буквы, которые ставятся в самом начале марки, обозначают способ выплавки: E - сталь электропечной выплавки; M - сталь, выплавленная в мартеновской печи; V - сталь, выплавленная с применением продувки кислородом.

Заглавная буква **Z**, расположенная между первым и вторым обозначением, свидетельствует о пригодности данной стали для волочения. В тех случаях, когда сталь может быть подвергнута штамповке или ковке, между первым и вторым обозначением размещается буква **P**.

Сталь, предназначенная для производства труб, обозначается буквами **Ro**, которые также располагаются между первым и вторым обозначением.

Сталь, поставляемая в состоянии после прокатки, маркируется в конце марки буквой **U**, а после нормализации - буквой **N**.

Пример. RSt420-2 — углеродистая неулучшаемая сталь с минимальным пределом прочности 42 МПа, 2-я группа качества.

MSt420-2N — та же мартеновская сталь после нормализации.

Углеродистые качественные стали. Данный класс сталей маркируется буквой **C** в начале обозначения, далее располагается число, отражающее содержание углерода, умноженное на 100.

Пример. C35 — углеродистая качественная сталь со средним содержанием углерода 0,35%.

Общая классификация сталей в Германии

Рядовые и качественные стали		Улучшаемые стали							
Обычные виды	Особые виды	Нелегированные	Легированные		Химически стойкие	Конструкционные			
			Инструментальные	Разные					
00	90	10	20	30	40	50	60	70	80
Торговые и низшие сорта		Стали с особыми физическими свойствами	Cr	-	Коррозионностойкие с 2% Ni, без молибдена и особых присадок	Mn-Si-Cu	Cr-Ni ≥2,0<3,0%С	Cr	Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo=V Cr-Si-Mn-Mo-V
01	91	11	21	31	41	51	61	71	81
Обычные и конструкционные нелегированные с содержанием С до 0,30%		конструкционные, 0,50%С	Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	-	Коррозионностойкие с 2% Ni, с молибденом, без особых присадок	Mn-Si Mn-Cr	-	Cr-Si Cr-Mn Cr-Si-Mn	Cr-Si-V Cr-Mn-V
По ДИН 17100									
02	92	12	22	32	42	52	62	2	82
Обычные конструкционные нелегированные с содержанием		Конструкционные, 0,5%С	Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	Быстрорежущие с кобальтом	-	Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	Cr-Mo <0,35%Mo	Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
<0,1% С нелегированные качественные									
03	93	13	23	33	43	53	63	73	83
<0,10%С Нелегированные качественные		-	Cr-Mo Cr-Mo-V	Быстрорежущие без кобальта	Коррозионностойкие с «% Ni, без молибдена и особых присадок	Mn-Ti Si-Ti Mn-Si-Ti Mn-Si-Zr	Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-V Ni-V-Mn Ni-Cu-Mo	Cr-Mo (≥0,35% Mo)	-
04	94	14	24	34	44	54	64	74	84
≥0,10<0,30%С Нелегированные качественные		-	W Cr-W	Износостойкие	Коррозионностойкие с 2%Ni, с молибденом, без особых присадок	Mo (включая Mn, Si), Nb, Ti, V, W Cr-W Cr-V-W	-	-	Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
05	95	15	25	35	45	55	65	75	85
≥0,30<0,60%С Нелегированные качественные		Инструментальные, I группа качества	W-V Cr-W-V	Шарикоподшипниковые	Коррозионностойкие с 2%Ni, с особыми присадками	-	Cr-Ni-Mo (<0,4%Mo+<2,0%Ni)	Cr-V (<2,0%Cr)	Азотируемые

Продолжение таблицы 7

Рядовые и качественные стали		Улучшаемые стали							
Обычные виды	Особые виды	Нелегированные	Легированные		Химически стойкие	Конструкционные			
			Инструментальные	Разные		56	66	76	-
06	96	16	26	36	46	56	66	76	-
≥0,60%С Нелегированные качественные		Инструментальные, II группа качества	W (кроме классов 24,25,27)	Железные материалы с особыми физическими свойствами. Сплавы с особыми магнитными свойствами, без кобальта, кроме сплавов Ni-Al)	-	Ni	Cr-Ni-Mo (<0,4%Mo+≥2,0<3,5%Ni)	Cr-V (≥2,0%Cr)	-
07	97	17	27	37	47	57	67	77	-
С повышенным содержанием фосфора или серы Нелегированные качественные		Инструментальные, III группа качества	Стали с никелем	Железные материалы с особыми физическими свойствами. Сплавы с особыми магнитными свойствами, с кобальтом, и сплавы Ni-Al)	Жаростойкие (<2,0%Ni)	Cr-Ni (<1,0%Cr)	Cr-Ni-Mo (<0,4%Mo+≥3,5<5,0%Ni или ≥0,4%Mo)	Cr-Mo-V	-
08	98	18	28	38	48	58	68	78	-
<0,30%С Легированные качественные		Инструментальные специального назначения	Остальные сплавы	Железные материалы с особыми физическими свойствами, остальные сплавы без никеля	Жаростойкие (≥2,0%Ni)	Cr-Ni (≥1,0<1,5%Cr)	Cr-Ni_v Cr-Ni-W Cr-Ni_v_w	-	-
09	99	19	29	39	49	59	69	79	-
≥0,30%С Легированные качественные		-	-	Железные материалы с особыми физическими свойствами, остальные сплавы с никелем	Высокотемпературные материалы	Cr-Ni (≥1,5<2,0%Cr)	Cr-Ni (кроме классов 57-68)	Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	-

Углеродистые улучшаемые стали маркируются буквами Ск в начале обозначения, далее следует число, отражающее содержание углерода, умноженное на 100.

Пример. Ск35- углеродистая улучшенная сталь со средним содержанием углерода 0,35%.

Низколегированные качественные стали маркируются в начале числом, соответствующим содержанию углерода в стали, умноженному на 100; далее указываются химические символы важнейших легирующих элементов, далее числа, соответствующие содержанию элементов, умноженному на коэффициент, приведённый ниже:

Легирующие элементы	Коэффициент
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Cu, Mo, Ti, V	10
P, S, N	100

Высоколегированные стали маркируются следующим образом:'

Для обозначения содержания основных легирующих элементов в марке этих сталей приводят действительное содержание легирующих элементов. Чтобы отличить эти стали от низколегированных сталей, в марке на первом месте ставят букву Х. На втором месте - число, указывающее среднее содержание углерода, умноженное на 100; на третьем месте—химические символы основных легирующих элементов; на четвертом месте - число, указывающее приближенное среднее содержание главных легирующих элементов.

Примеры. Х12Cr-Ni 177: <0,15% С; 16,0—18,0% Cr (среднее содержание 17,0%); 7,0—8,0% Ni (среднее содержание 7,5%); <2,0% Mn; <1,0% Si.

Х5Cr-Ni-Mo1810: <0,07% С; 16,5— 18,5% Cr (среднее содержание 17,5%); 10,5—12,5% Ni (среднее содержание 11,5%); 2,0—2,5% Mo.

Особые способы маркировки сталей. У некоторых групп сталей (по областям применения) маркировка отличается от указанных систем, например:

а) мягкие углеродистые стали для холоднокатаной полосы. Эти стали обозначают буквами St и цифрами от 0 до 4 в зависимости от химической чистоты (по фосфору и сере);

б) нестареющие стали. В марке этих сталей сначала ставят букву А, затем буквы St и в конце число, показывающее минимальное значение предела прочности;

в) стали для катанки. В марке на первом месте ставится буква D, на втором - число, указывающее среднее содержание углерода;

г) стали для котельного листа. Марка состоит из буквы Н и римской цифры от I до IV в зависимости от содержания углерода и марганца;

д) магнитномягкие стали. В марке на первом месте стоит буква R, на втором - химический символ основного элемента (железа, кремния или никеля), на третьем - величина коэрцитивной силы, умноженная на 100, в а/см;

е) динамные и трансформаторные стали. Марка состоит из римской цифры (от I до IV) и числа, выражающего величину ваттных потерь (вт/кГ).

6. Маркировка сталей в Швеции

В Швеции стали маркируют по химическому составу с помощью четырехзначного числа (табл. 8). Последние две цифры обозначают порядковый номер стали в соответствующей группе, характеристикой которой служат первые две цифры. Первой, цифрой первого двузначного числа всегда будет или 1 (углеродистые стали), или 2 (легированные стали).

Таблица 8

Маркировка сталей в Швеции

Марка стали	Группа стали	Содержание элемента	Предел прочности, кг/мм ²
1xxx	Нелегированная, сварочная, технически чистое железо	-	-
10xx	Технически чистое железо	-	-
11xx	Углеродистая сталь	0,05% С	-
12xx	То же	0,10% С	34
13xx	>>	0,15—0,20%С	37-41
14xx	>>	0,25—0,30%С	44—48
15xx	>>	0,35—0,40%С	50-55
16xx	>>	0,45-0,65%С	60-70
17xx	>>	0,65-0,90%С	-
18xx	>>	>1,0%С	-
19xx	Автоматная	-	-
2xxx	Легированная	-	-
	Легированная:	-	-
20xx	кремнием	-	-
21xx	марганцем	-	-
22xx	хромом (10%)	-	-
23xx	хромом (10%)	-	-
25xx	никелем	-	-
27xx	вольфрамом	-	-
29xx	Остальные	-	-

7. Маркировка сталей во Франции

Стали делятся на две основные группы: углеродистые и легированные. Каждая из этих групп в зависимости от состояния, в котором стали используют, подразделяется на стали общего назначения и стали, применяемые после термической обработки. В связи с таким подразделением марки стали имеют различные обозначения.

Углеродистые стали

Углеродистые стали делятся на:

1. Стали общего назначения, которые применяют без термической обработки, либо после отжига, или нормализации. Эти стали различают по механическим

свойствам, поэтому в марке стали указывают предел прочности, показатель качества, а иногда и другие дополнительные характеристики. В зависимости от обозначений, их значения и порядка расположения эта группа стали разделяется при маркировке следующим образом:

а) сталь АДх. Это обычная торговая сталь с пределом прочности 330 - 500 МПа, испытывается на загиб в холодном состоянии на 90° -на оправке, диаметр которой в четыре раза больше толщины образца. Сталь АДх-шарпент с пределом прочности 350— 460 МПа, предназначена для прокатки двутавров и швеллеров высотой более 80 мм и для уголка с длиной полки не менее 70 мм;

б) другие стали. В начале марки каждой стали этой группы стоит буква А, затем указываются: минимальный предел прочности в МПа (табл. 9), группа качества (табл. 10) и другие дополнительные обозначения, если это обусловлено необходимостью.

Значение N (табл. 10) для каждого показателя качества в марке стали определяют по формуле $N = R + 2,5A$

где R - предел прочности стали, МПа, A —относительное удлинение, %;

$$A = \frac{L - L_0}{L_0} * 100,$$

где $L_0 = 8,16\sqrt{S_0}$.

Таблица 9

Маркировка сталей во Франции по минимальному пределу прочности

Марка стали	Предел прочности, МПа	Марка стали	Предел прочности, МПа
A33	330—400	A65	650—750
A37	370—440	A75	750—860
A42	420—500	A85	850—950
A48	480—560	A95	950—1050
A56	560—650		

Кроме четырех показателей качества (см. табл. 10), применяют еще и специальные обозначения: 2 бис, 3 бис, 3 тер и 4 бис. Смысл обозначений «бис» и «тер» следующий: обозначения «бис»—стали группы 3 бис отличаются от сталей группы 3 для круглых, квадратных, плоских и шестигранных прутков значениями предела текучести и ударной вязкости, а для круглых, квадратных и шестигранных прутков для болтов — показателями испытания на загиб в холодном состоянии. Обозначение «тер»—стали группы 3 тер отличаются от сталей группы 3 ударной вязкостью, макроструктурой и условиями испытаний на загиб.

Другие дополнительные обозначения: степень химической чистоты (по фосфору и сере) в марке стали можно выразить дополнительной буквой от а до т (табл. 11).

Далее свариваемость стали обозначают буквой S, стоящей за показателем качества. Если в марке стали свариваемость обозначена буквой S, то отпадает надобность в обозначении степени химической чистоты, так как хорошая

свариваемость достигается при ограничении химического состава по содержанию углерода, марганца, кремния, фосфора и -серы;

в) листы. Листы делятся по областям применения на три группы. На это разделение указывает буква, помещаемая в марке стали за показателем качества:

Т—листы для металлоконструкций;

N— судовой лист;

С—котельные листы и листы для сосудов высокого давления.

Таблица 10

Маркировка сталей во Франции по качеству стали

Марка стали	Показатели качества (минимальное значение $N = R + 2,5A$)			
	1	2	3	4
A33	98	110	116	121
A37	96	108	114	119
A42	94	106	112	116
A48	94	106	112	116
A56	94	106	112	116
A65	98	108	114	118
A75	-	108	114	119
A85	-	110	-	-
A95	-	110	-	-

2. Специальные углеродистые стали, применяемые после термической обработки. В зависимости от пределов содержания углерода, а также содержания фосфора и серы эти стали делятся на две группы:

а) стали с нормальным содержанием углерода, фосфора и серы. Их обозначают буквой С, к которой присоединяют двух- или трехзначное число, которое равно среднему содержанию углерода, умноженному на 100; например С10, С20, С28 и т. д.;

б) стали с более узким пределом по содержанию углерода и пониженным содержанием фосфора и серы. Их обозначают буквами ХС, стоящими перед обозначением, приведённым в пункте «а», например ХС10, ХС25.

Таблица 11

Маркировка сталей во Франции согласно их химической чистоты

Обозначение степени химической чистоты	$P_{\max}, \%$	$S_{\max}, \%$	$(P+S)_{\max}, \%$
a	0,090	0,065	0,140
b	0,080	0,060	0,120
c	0,060	0,050	0,100
d	0,050	0,050	0,090
e	0,040	0,040	0,070
f	0,040	0,035	0,065
g	0,025	0,035	0,060
h	0,030	0,025	0,055
k	0,020	0,025	0,045
m	0,020	0,015	0,035

Легированные стали

Легированные стали делятся на легированные стали общего назначения и специальные легированные стали, применяемые после термической обработки.

1. Легированные стали общего назначения содержат мало легирующих элементов. Из них обычно изготавливают фасонные профили, а также листы для металлоконструкций, судовой и котельный лист. В основном они применяются без термической обработки либо после нормализации или только после отжига. Как и углеродистые стали, они характеризуются минимальным пределом прочности, указываемым в обозначении марки стали. Могут указываться также содержания углерода, легирующих элементов, фосфора и серы.

Эти стали делятся на следующие основные группы:

- стали с высоким пределом текучести для клепаных и сварных конструкций;
- свариваемые котельные стали с высоким пределом прочности;
- стали с высоким пределом текучести и полукоррозионностойкие.

Эти стали обозначают буквой А, к которой присоединяют:

- а) минимальное значение предела прочности в МПа;
- б) одну или несколько заглавных букв, обозначающих основные легирующие элементы;
- в) число, указывающее содержание главного легирующего элемента, если это требуется;
- г) букву S (сразу после буквы А), если это сталь с гарантированной свариваемостью (в некоторых случаях).

Пример. А550М — марганцовистая сталь с высоким пределом текучести, минимальным пределом прочности 550МПа, и содержанием Mn около 1%, предназначена для изготовления стальных конструкций.

2. Специальные легированные стали, применяемые после термической обработки, делятся на низколегированные и высоколегированные стали;

а) низколегированные стали. К этой группе относятся стали, в которых содержание любого легирующего элемента не превышает 5%. Эти стали маркируются следующим образом: на первом месте ставят содержание углерода, умноженное на 100. Затем следуют заглавные буквы, указывающие на присутствие легирующих элементов в последовательности от большего содержания к меньшему. Следующее обозначение — число, указывающее содержание легирующих элементов. Эти числа равны четырехкратному произведению среднего содержания таких элементов, как хром, марганец, кобальт, никель кремний в сотых долях, округленном до целого числа, или десятикратному произведению среднего содержания остальных элементов в сотых долях, также округленному до целого числа.

Примеры. 100С6—сталь со средним содержанием 1,0%С; 0,4%Mn; 0,3%Si и 1,5% Cr.

42CD4 — сталь со средним содержанием 0,42%С; 0,4%Si; 1,0%Cr; 0,20% Mo.

60NCDV06-02 — сталь со средним содержанием 0,6%С; 0,8%Mn; 0,40%Si; 0,5%Cr; 1,5%Ni; 0,3%Mo; 0,2V.

Обычно легирующий элемент в марке стали не указывают, если его содержание меньше: 1,2% Mn+Si, 0,5% Ni; 0,25% Cr; 0,1% Mo; 0,05% V;

б) высоколегированные стали. К этой группе относятся стали, в которых содержание хотя бы одного легирующего элемента превышает 5%. В начале каждой марки этих сталей ставят букву Z. Приводимые содержания легирующих элементов являются действительными средними значениями. Если содержание легирующего элемента ниже 10%, то перед числом указывающим его содержание, ставят 0.

Примеры. Z5CN18-08 — хромоникелевая сталь со средним содержанием 0,05%С; 18%Cr; 8%Ni.

Z8CNT18-08 — сталь со средним содержанием 0,08%С; 18%Cr, 8%Ni; 0,4% Ti.

Состояние стали обозначают цифрами следующим образом:

- 0 — после термической обработки;
- 1 — после отжига;
- 2 — после закалки;
- 3 — после закалки и отпуска;
- 4 — после закалки;
- 5 — после стабилизации;
- 9 — по особым техническим условиям.

8. Маркировка сталей в Англии

В основу системы маркировки сталей в Англии положено четырехзначное число. На первом месте в марке стоит заглавная буква С, А или М, каждая из которых обозначает группу стали: С — углеродистые стали, А — легированные стали, М — стали, характеризующиеся только механическими свойствами.

Если в марке стали после этой первой буквы приведена буква F, то это автоматная сталь.

На втором месте ставится одно- или двузначное число, указывающее тип стали в группе (табл. 12).

На третьем месте ставится заглавная буква, которая указывает в алфавитном порядке место стали в группе определенного типа. И в конце марки ставится число, обозначающее порядковый номер издания стандарта. Все стали, стандартизованные впервые, будут в конце марки иметь цифру 1.

Примеры маркировки стали в отдельных группах:

Группа С: С3В1 — углеродистая сталь с максимальным содержанием углерода 0,21—0,30% включительно. Вторая сталь этой группы, первое издание стандарта.

Группа А: А42Е2 — хромомолибденовая легированная сталь. Пятая сталь этой группы, второе издание стандарта.

ГруппаМ: М26С1—сталь с минимальным пределом прочности 408 МПа. Третья сталь этой группы, первое издание стандарта.

Состояние стали обозначается следующими буквами:

А—после отжига;

СН—после цементации и закали;

СD —после холодного волочения;

СR—после холодной прокатки;

НF— после горячей деформации (ковки или прокатки);

НR— после горячей прокатки;

НТ—после закали и отпуска;

N — после нормализации;

РD —после патентирования и волочения.

Для сталей, подвергнутых закали и отпуску, пределы прочности обозначают заглавными буквами, где каждая буква соответствует значению прочности.

Буква	Предел прочности, МПа	Буква	Предел прочности, МПа
P	550-710	V	1010-1180
Q	660-770	W	1100-1250
R	710-940	X	1180-1330
S	870-1010	Y	1250-1410
T	870-1010	Z	1570
U	940-1100		

9. Маркировка сталей в США

Конструкционные стали. В соответствии с национальными стандартами ASTM (American Society for Testing Materials) и SAE (Society of Automotive Engineers) в США принята цифровая система маркировки конструкционных сталей, к которой в некоторых случаях добавляют буквы. Большинство сталей, за исключением коррозионностойких и жаростойких, маркируются четырехзначным числом. Первая цифра указывает основной легирующий элемент, вторая - его содержание в процентах, третья и четвертая соответствуют содержанию углерода в сотых долях процента. Первое двузначное число имеет значение, приведенное в таблице 13.

Первая цифра 1-принята для обозначения углеродистых сталей, в этом случае вторая цифра - 0. Например, сталь по ASTM-SAE марки 1015 соответствует стали марки 15 по российскому стандарту, а 1045 - марке 45.

Первая цифра 2 соответствует сталям легированным Ni; 3 - Ni и Cr; 4- Mo и Cr, Mo и Ni; 5 - Cr; 6-Cr и V; 7- Cr, Al и V, 8 - Ni, Cr и Mo- 9 - также Ni, Cr и Mo.

Таким образом, сталь марки 5140 по ASTM-SAE соответствует российской стали марки 40X, а сталь 8625, легированная Ni-Cr-Mo, содержит,

%, 0,23-0,28 C; 0,4-0,7 Ni; 0 4-0,6 Cr, 0,15-0,25 Mo- 0,15-0,35 Si; 0,7-0,9 Mn; 0,035 P; 0,040 S.

Таблица 13

Значение первого двузначного числа в марке сталей в США (по ASTM)

Первое двузначное число	Тип стали	Содержание элементов
10xx	Углеродистая	-
11xx	Автоматная	<0,4% P
12xx	>>	Повышенное содержание серы и фосфора
13xx	Марганцовистая	-
23xx	Никелевая	3,5%Ni
25xx	>>	5%Ni
31xx	Никельхромистая	1,25%Ni; 0,6%Cr
32xx	>>	1,75%Ni; 1,0%Cr
33xx	>>	3,5%Ni; 1,5%Cr
40xx	Молибденовая	1,0%Cr; 0,2%Mo
43xx	Никельхромомолибденовая	-
44xx	Молибденовая	0,35-0,45%Mo
45xx	>>	0,45-0,65%Mo
46xx	Никельмолибденовая	1,8%Ni; 0,25%Mo
47xx	Никельхромомолибденовая	1,0%Ni; 0,45%Cr; 0,35%Mo
48xx	Никельмолдиденная	3,5%Ni; 0,25%Mo
50xx	Хромистая	0,35%Cr
51xx	>>	0,8%Cr
61xx	Хромованадиевая	1%Cr
71xx	Хромоалюминийванадиевая	-
81xx	Никельхромомолибденовая	0,3%Ni; 0,4%Cr; 0,12%Mo
86xx	>>	0,55%Ni; 0,50%Cr; 0,20%Mo
87xx	>>	0,55%Ni; 0,50%Cr; 0,25%Mo
88xx	>>	0,55%Ni; 0,50%Cr; 0,35%Mo
92xx	Кремнистая	-
93xx	Никельхромомолибденовая	3,25%Ni; 1,20%Cr; 0,12%Mo
94xx	>>	0,50%Ni; 0,40%Cr; 0,12%Mo
97xx	>>	-
98xx	>>	-

Примечание: xx – второе двузначное число в марке.

Если сталь должна обеспечивать необходимую прокаливаемость, то после цифр ставится буква H, например 8625H. Выплавка сталей в электропечах обозначается буквой E, располагаемой перед цифрами. В случае микролегирования бором между первой и второй парой цифр ставится буква B, например 94B15. Шарикоподшипниковые стали маркируют пятизначным числом, в котором три последние цифры соответствуют содержанию хрома в сотых долях процента.

Коррозионностойкие и жаростойкие стали маркируются трехзначным числом, в котором первая цифра соответствует сталям следующих систем легирования:

2xx - Cr-Mn-Ni с азотом;

3xx -Cr-Ni;

4xx - Cr;

5xx - Cr-Mo;

6xx - Cr-Ni-Mo, а также Cr-Mo с иными легирующими.

Например, сталь марки 202 содержит, %: 0,15C; 17-19Cr; 7,5-10,0Mn; 4-6Ni; 0,25N; марки 304, %: 0,15C, 18Cr; 8-10,5Ni.

Химические составы некоторых сталей, применяемых в США, представлены в табл. 14-16.

Таблица 14

Химический состав конструкционных сталей США, %

Марка стали	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
				Не более				
1010	0,08-0,13	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
1020	0,17-0,24	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
1034	0,31-0,39	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
1045	0,40-0,51	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
1060	0,54-0,66	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
1070	0,64-0,76	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	-	-	-
4130	0,30-0,33	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,04	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4150	0,48-0,53	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,04	0,80-1,10	0,15-0,25	-
5142	0,43-0,48	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,04	0,70-0,90	-	-
51100	0,95-1,10	0,20-0,35	0,30-0,60	0,025	0,025	0,90-1,15	-	-
8620	0,18-0,23	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,04	0,40-0,60	0,15-0,25	0,40-0,70
8650	0,48-0,53	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,04	0,40-0,60	0,15-0,25	0,40-0,70
9310	0,08-0,13	0,20-0,35	0,30-0,60	0,025	0,025	1,00-1,40	0,08-0,5	3,00-3,50

Таблица 15

Химический состав инструментальных сталей США, %

Обозначение по стандарту США	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
H11	0,35	1,00	0,30	5,00	1,50	0,40	-
M3	1,15	0,30	0,30	4,00	5,25	3,25	5,75
T1	0,70	0,30	0,30	4,10	-	1,10	18,00
W1-0,8C Commercial	0,70-0,85	<0,35	<0,35	<0,20	-	-	-
W1-1,0C Extra	0,95-1,10	<0,35	<0,35	-	-	-	-
W1-1,2C Standard	1,10-1,30	<0,35	<0,35	<0,15	-	-	-
W2-0,9C-V Commercial	0,85-0,95	<0,35	<0,35	<0,20	-	0,15-0,35	-
W2-1,0 C-V Extra	0,95-1,10	<0,35	<0,35	-	-	0,15-0,35	-
W2-1.0 C-V Standard	0,95-1,10	<0,35	<0,35	<0,15-	-	0,15-0,35	-

Таблица 16

Химический состав коррозионностойких и жаропрочных сталей США, %

Марка стали	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Прочие
				Не более					
301	<0,15	<1,00	<2,00	0,030	0,045	16,0-18,0	6,0-8,0	-	-
302	<0,15	<1,00	<2,00	0,030	0,045	17,0-19,0	8,0-10,0	-	-
304	<0,08	<1,00	<2,00	0,030	0,045	18,0-20,0	8,0-12,0	-	-
309	<0,20	<1,00	<2,00	0,030	0,045	22,0-24,0	12,0-15,0	-	-
430	<0,12	<1,00	<1,00	0,030	0,040	14,0-18,0	-	-	-
446	<0,20	<1,00	<1,50	0,030	0,040	23,0-27,0	-	-	N<0,25
501	>0,10	<1,00	<1,00	0,030	0,040	4,0-6,0	-	0,40-0,65	-

Легированные стали с одинаковым химическим составом, но с разным содержанием углерода имеют такое же цифровое обозначение, но после цифр ставят буквы А, В или С.

10. Маркировка сталей по национальным стандартам Японии

Согласно JIS (Japanese Industrial Standard), марки конструкционных сталей формируются из нескольких прописных букв и однозначного, двузначного или трехзначного числа.

1. Углеродистые рядовые стали SSxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа), например SS140/
2. Углеродистая сталь гарантированного химического состава SxxC, где xx - двузначное число, указывающее среднее содержание углерода в сотых долях процента, умноженное на 100, например S20C (среднее содержание углерода 0,20 %).
3. Автоматная сталь SUMx, где x - однозначное число, указывающее порядковый номер стали в группе.
4. Углеродистая сталь для поковок SFxxx, где xxx - трехзначное число, выражающее минимальный предел прочности (МПа), например SF420.
5. Арматурная сталь SSDxxx и SRDxxx, где xxx - трехзначное число, выражающее минимальный предел прочности. Средние буквы S и R обозначают расположение ребер на поверхности арматурной стали.
6. Углеродистая сталь для заклепок SVxx, где xx - двузначное число, выражающее минимальный предел прочности.
7. Углеродистая сталь для цепей SBC.
8. Сталь для горячекатаного листа SPNx, где x - порядковый номер стали в группе.
9. Сталь для холоднокатаного листа SMCx, где x - порядковый номер стали в группе.
10. Сталь для холоднокатаной полосы SPMx, где x - заглавная буква, обозначающая степень упрочнения.
11. Пружинная сталь для холоднокатаной полосы SKx, где x - порядковый номер стали в группе.
12. Сталь для катанки SMRMx, где x - порядковый номер стали в группе.
13. Сталь для трубопроводов высокого давления STPxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа).
14. Сталь для труб высокого давления STSxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа).
15. Углеродистая сталь для котельных труб STVxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа).
16. Для котельных труб локомотивов STL.
17. Легированная сталь для котельных труб STVAxx, где xx - двузначное число, обозначающее класс стали.
18. Сталь для труб, применяемых в химической промышленности, STCxxx, где xxx - трехзначное число, обозначающее предел прочности (МПа).

19. Углеродистая сталь для труб, применяемых в конструкциях, STKxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа).
20. Легированная сталь для труб, применяемых в конструкциях, STKSx, где x - число, обозначающее класс стали.
21. Сталь для труб, работающих при низких температурах, STBLxxx, где xxx - трехзначное число, указывающее минимальный предел прочности (МПа)
22. Пружинная сталь SUPx, где x - порядковый номер стали в группе.
23. Шарикоподшипниковая сталь SUSx, где x - порядковый номер стали в группе.
24. Никельхромистая улучшаемая конструкционная сталь SNCx, где x - порядковый номер стали в группе.
25. Никельхромистая цементуемая конструкционная сталь SNCxx, где xx - двузначное число, обозначающее порядковый номер стали в группе.
26. Никельхромомолибденовая улучшаемая конструкционная сталь SNCMx, где x - порядковый номер стали в группе.
27. Никельхромомолибденовая цементуемая конструкционная сталь SNCMxx, где xx - двузначное число, обозначающее порядковый номер стали в группе.
28. Хромистая улучшаемая конструкционная сталь SCrx, где x - порядковый номер стали в группе.
29. Хромистая цементуемая конструкционная сталь SCrxx, где xx - двузначное число, обозначающее порядковый номер стали в группе.
30. Хромомолибденовая улучшаемая конструкционная сталь SCMx, где x - порядковый номер стали в группе.
31. Хромомолибденовая цементуемая конструкционная сталь SCMxx, где xx - двузначное число, обозначающее порядковый номер стали в группе.
32. Алюминийхромомолибденовая азотируемая сталь SACM.
33. Коррозионностойкая сталь SUSx, где x - порядковый номер стали в группе.
34. Жаростойкая сталь SUHx, где x - порядковый номер стали в группе.

Библиографический список

1. Кулганек Ф. Конструкционные стали (зарубежные стандарты) Перевод с чешск. М.:Металлургия, 1973. 80 с.
2. Международный транслятор современных сталей и сплавов/ Под ред.Киршенбаума В.С. – М., 1992.
3. Лебедев В.В., Литвак В.А.//Балтийские металлы. – 1998. №3 ,4.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Войткун Ф. Материаловедение: Учебник для вузов. Изд. 2-е перераб. и доп. – Спб.:Химиздат, 2002.- 696 с.
5. Вегст Ц.В. Ключ сталей (изготовление и поставка) – М.:2000.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Обозначение основных механических свойств по отечественным и зарубежным стандартам

Свойство	Обозначение, стандарт		Определение
	Отечественный	Зарубежный	
Модуль упругости (elastic modulus)	E	E	Отношение приращения напряжения к соответствующему приращению удлинения в пределах упругой деформации
Предел текучести физический	σ	R _c	Напряжение, при котором материал изменяет свою длину при постоянной нагрузке
Предел текучести условный (yield strength)	$\sigma_{0,2}$	R _p ^{0,2}	Напряжение для материалов, не имеющих площадки текучести, при котором остаточное удлинение составляет 0,2% первоначальной длины.
Временное сопротивление, или предел прочности (tensile strength)	σ_B	R _m	Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.
Относительное удлинение (specific elongation)	δ	A ₅ , A ₁₀	Отношение приращения расчётной длины образца после разрушения к начальной расчётной длине, %
Относительное сужение (reduction of area)	ψ	Z	Отношение разности первоначального сечения и минимальной площади поперечного сечения образца после разрушения к первоначальной площади, %
Предел ползучести (creep limit)	$\sigma_{0,2/100}^{700}$	R _{0,2/100}^{700}}	Пример: напряжение, которое вызывает деформацию 0,2% за 100 ч при 700 ^o C
Предел длительной прочности (stress-rupture strength)	σ_{1000}^{700}	R _{1000}^{700}}	Пример: напряжение, вызывающее разрушение металла за 1000 ч испытания при постоянной температуре 700 ^o C.
Предел выносливости (fatigue strength)	σ_R	σ_k, τ_k	Максимальное напряжение, которое выдерживает материал, не разрушаясь при достаточно большом цикле повторно-переменных нагружений (циклов)