

### **Список литературы**

1. Богачёв, И. Н. П. П. Аносов и секрет булата / И. Н. Богачёв. – Свердловск : Машгиз, 1952. – 139 с. – Текст : непосредственный.
2. *Материаловедение* и технология металлов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. – 6-е изд., доп. – Москва : Высшая школа, 2008. – 877 с. – ISBN 978-5-06-004418-8. – Текст : непосредственный.
3. *Гольдштейн, М. И.* Специальные стали : учебник для вузов / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. – Москва : Металлургия, 1985. – 408 с. – Текст : непосредственный.
4. *Меськин, В. С.* Основы легирования стали / В. С. Меськин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Металлургия, 1964. – 684 с.

УДК [669.18.018]

**Б. Н. Гузанов, В. В. Бухаленков**

**B. N. Guzanov, V. V. Bukhalenkov**

*ФГАОУ ВО «Российский государственный  
профессионально-педагогический университет», Екатеринбург*

*Russian State Vocational Pedagogical University, Yekaterinburg*

*guzanov@rsvpu.ru, vladimir.bukhalenkov@rsvpu.ru*

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРАВИЛА МАРКИРОВКИ СТАЛЕЙ В РОССИИ. СООБЩЕНИЕ 2. ОСНОВНЫЕ МАРКИРОВОЧНЫЕ ГРУППЫ СТАЛЕЙ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ПРАВИЛА МАРКИРОВКИ**

## **CLASSIFICATION AND RULES FOR THE FORMATION OF STEEL GRADES IN RUSSIA. MESSAGE 2. THE MAIN MARKING GROUPS OF STEELS AND THE CORRESPONDING RULES FOR THE FORMATION OF STEEL GRADES**

*Аннотация.* В статье рассмотрены классификационные признаки, положенные в основу современных систематизированных принципов общей классификации сталей в России. Представлена концепция маркировочных групп, согласующаяся с общей классификацией сталей и систематизирующая правила образования их условных обозначений – марок.

*Abstract.* The article discusses the classification features that form the basis of the modern systematized principles of the general classification of steels in Russia. The concept of marking groups is presented, consistent with the general classification of steels and systematizing the rules for the formation of their conventional designations – grades.

**Ключевые слова:** *стали; классификационные признаки; качество; назначение; химический состав; классы сталей; марки сталей; правила образования марок; маркировочные группы.*

*Keywords: steels; classification features; purpose of steel; chemical composition of steel; steel classes; steel grades; rules for the formation of steel grades; marking groups.*

Наличие широкого сортамента сталей и сплавов, выплавляемых в различных странах, обусловило необходимость их идентификации. Однако до настоящего времени не существует единой системы маркировки металлических материалов [1], что создаёт определённые трудности как для изготовителей, так и потребителей этой металлопродукции.

Как уже было показано в сообщении 1, обозначение – марка – стали состоит из определённого набора букв и цифр (чисел), который в сжатой форме передаёт как можно больший объём необходимой информации о каждой конкретной стали. Причём здесь необходимо заметить, что в отличие от способов и систем классификации, которые чаще всего интернациональны, системы маркировки, как правило, складываются как национальные. Так, например, в настоящее время известны самостоятельные системы маркировки России, Болгарии, Венгрии, Польши, Италии, Франции, США, Японии и др.

Европейская система обозначений сталей регламентирована стандартом EN 100 27. Первая часть этого стандарта определяет порядок наименования сталей, а вторая часть регламентирует присвоение сталям порядковых номеров.

В Японии наименование марок стали, как правило, состоит из нескольких букв и цифр, Буквенное обозначение определяет группу (класс), к которой относится данная сталь, а цифры – её порядковый номер в группе (классе) и свойства.

В США существует несколько систем обозначения металлов и сплавов. Это объясняется наличием нескольких организаций по стандартизации. К ним относятся AMS, ASME, ASTM, AWS, SAE, ACJ, ANSI, AJS. Вполне понятно, что такая ситуация с маркировкой требует дополнительного разъяснения и знания при торговле металлом, оформлении заказов и т. п.

До настоящего времени международные организации по стандартизации не выработали единую систему маркировки сталей. В связи с этим существуют разночтения, приводящие к ошибкам в заказах и как следствие, нарушениям качества изделий. Поэтому приходится решать проблему сопоставления стандартных марок сталей различных стран [1; 2].

Зарубежные аналоги некоторых отечественных марок легированных сталей приведены в табл. 1 [2].

В России, как и в большинстве стран СНГ, используется буквенно-цифровое кодирование. Единой системы кодирования, то есть одинаковых правил маркировки для всех сталей не существует. В настоящее время можно выделить восемь систем кодирования, каждая из которых распространяется

на одну какую-либо группу сталей, объединяемых общностью главных классификационных признаков и единством правил маркировки. Соответственно, предлагается называть упомянутые группы сталей маркировочными группами. К ним относят:

- 1) углеродистые (кипящие, полустойкие и спокойные) стали обыкновенного качества;
- 2) углеродистые качественные конструкционные стали;
- 3) углеродистые качественные инструментальные стали;
- 4) легированные качественные и высококачественные конструкционные стали;
- 5) легированные качественные и высококачественные инструментальные стали;
- 6) стали повышенной обрабатываемости (автоматные);
- 7) подшипниковые (шарикоподшипниковые) стали;
- 8) быстрорежущие инструментальные стали.

Таблица 1

Зарубежные аналоги ряда отечественных марок легированных сталей

Россия, ГОСТ	Германия, DIN*	США, ASTM*	Япония, JIS*
15X	15Cr3	5115	SCr415
40X	41Cr4	5140	SCr440
30XM	25CrMo4	4130	SCM430,SCM2
12XГ3А	14NiCr10**	–	SNC815
20XГНМ	21NiCrMo2	8620	SNCM220
08X13	X7Cr13**	410S	SUS410S
20X13	X20Cr13	420	SUS420J1
12X17	X8Cr17	430	SUS430
12X18H9	X12CrNi8 9	302	SUS302
08X18H10T	X10CrNiTi18 9	321	SUS321
10X13CЮ	X7CrA133**	405**	SUS405**
20X25H20C2	X15CrNiSi25 20	30314,314	SCS18, SUN310**

\*DIN (Deutsche Industrienorm), ASTM (American Societi for Testing Materials), JIS (Japaneese Industrial Standart).

\*\*Сталь, близкая по составу.

Анализ состава исторически сложившихся маркировочных групп сталей показывает, что применяемые системы маркировки позволяют кодировать пять классификационных признаков, а именно: качество, химический состав, назначение, степень раскисленности, а также способ получения заготовок (автоматные или, в редких случаях, литейные стали). Связь классифи-

кационных признаков (оснований) и наименований классов сталей иллюстрируется блок-схемой на рис. 1.

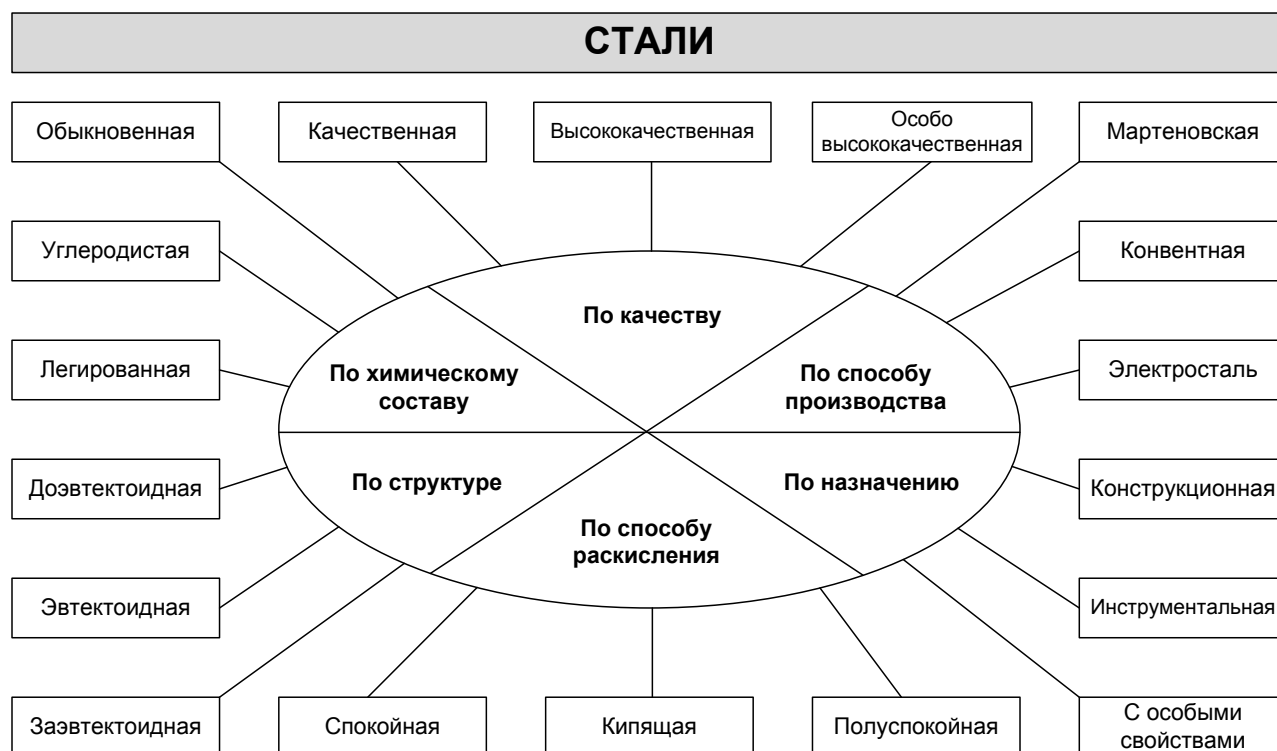


Рис. 1. Соотношение классификационных признаков сталей с наименованиями классов сталей

Правила маркировки, действующие в каждой из маркировочных групп общей классификации сталей, следующие.

Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества обозначаются с помощью двухбуквенного сочетания «Ст», которое является ключевым (системообразующим) в рассматриваемой маркировочной группе. Марки сталей данной группы сразу узнаются по этому символу. За символом «Ст» без пробела следует цифра, указывающая номер марки – от 0 до 6 [3].

Возрастание номера марки соответствует росту содержания углерода в стали, однако сам номер марки не указывает на его конкретное значение. Допустимые пределы концентрации углерода в сталях каждой марки показаны на рис. 2. Так, содержание углерода в сталях углеродистых обыкновенного качества не превышает 0,5 мас. %. Такие стали являются доэвтектоидными по структурному критерию, и, значит, конструктивными по назначению.

После цифры следует одно из трех буквосочетаний: «кп», «пс», «сп», показывающее степень раскисленности стали.

<b>УГЛЕРОДИСТЫЕ</b>	<b>ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА</b>	Группа стали	Гарантия поставки	<b>М А Р К И</b>						
		А	по механическим свойствам	<b>Ст0</b>	<b>Ст1</b>	<b>Ст2</b>	<b>Ст3</b>	<b>Ст4</b>	<b>Ст5</b>	<b>Ст6</b>
		Б	по химическому составу	<b>БСт0</b>	<b>БСт1</b>	<b>БСт2</b>	<b>БСт3</b>	<b>БСт4</b>	<b>БСт5</b>	<b>БСт6</b>
		В	по механическим свойствам и химическому составу	<b>ВСт0</b>	<b>ВСт1</b>	<b>ВСт2</b>	<b>ВСт3</b>	<b>ВСт4</b>	<b>ВСт5</b>	<b>ВСт6</b>
		Концентрация углерода, мас. %	≤ 0,23	0,06-0,12	0,09-0,15	0,14-0,22	0,18-0,27	0,28-0,37	0,38-0,49	
<b>КАЧЕСТВЕННЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ</b>	<b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ</b>		<b>П Р И М Е Р Ы М А Р О К</b>							
	<i>Марка: двузначное число СОТЫХ ДОЛЕЙ процента углерода + указание степени раскисления</i>		<b>05 08кп 10 15 18кп 20А 25пс 30А 35 40 45 50 55 ... 80 85</b>							
			Примечания: 1) отсутствие указателя степени раскисленности означает «СП»; 2) «А» в конце марки показывает, что сталь – высококачественная							
	<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ</b>		<b>М А Р К И</b>							
<i>Марка: символ «У» + число ДЕСЯТЫХ ДОЛЕЙ процента углерода</i>		<b>У7 У7А У8 У8А У9 У9А У10 У10А У12 У12А</b>								
<b>ЛЕГИРОВАННЫЕ</b>	<b>КАЧЕСТВЕННЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБОВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ</b>	<b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ</b>		<b>П Р И М Е Р Ы М А Р О К</b>						
		<i>Марка: двузначное число СОТЫХ ДОЛЕЙ процента углерода + символ легирующего элемента + целое число его процентов</i>		<b>09Г2 10ХСНД 18Г2АФпс 20Х 40Г 45ХН 65С2ВА 110Г13Л</b>						
				Примечания: 1) цифра «1» как указатель концентрации ≤ 1 мас. % легирующего элемента не ставится; 2) марка 110Г13Л – одна из немногих, в которой число сотых долей процента углерода – трехзначное						
		<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ</b>		<b>П Р И М Е Р Ы М А Р О К</b>						
<i>Марка: число ДЕСЯТЫХ ДОЛЕЙ процента углерода + символ легирующего элемента + целое число его процентов</i>		<b>3Х2Н2МФ 4ХВ2С 5ХНМ 7Х3 9ХВГ Х ХВ4 9Х4М3Ф2АГСТ-Ш</b>								
		Примечания: 1) число «10» как указатель «десяти десятых» мас. % углерода не ставится; 2) «-Ш» в конце марки показывает, что сталь – особовысококачественная, полученная, например, методом электрошлакового переплава (но не только)								

Рис. 2. Система маркировочных групп, правила маркировки и примеры марок сталей общей классификации

Перед символом «Ст» могут стоять заглавные буквы «А», «Б» или «В» либо может не быть никаких символов. Таким способом передается информация о принадлежности стали к одной из так называемых «групп поставки»: А, Б или В – в зависимости от того, какой из нормируемых показателей стали – химический состав и/или комплекс стандартных характеристик механических свойств – гарантируется поставщиком.

Углеродистые качественные конструкционные стали [4] обозначаются двузначным числом, показывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05, 08, 10, 15, 20 и далее до 85 (как правило, с шагом 0,05). В данном случае двузначное число является ключевым (системообразующим) символом в рассматриваемой маркировочной группе. По нему марки сталей данной группы сразу отделяются от углеродистых сталей обыкновенного качества, хотя и те, и другие являются конструкционными по назначению.

Для обозначения малоуглеродистых (до 0,20 мас. %) не раскисленных полностью сталей после двузначного числа ставится символ «кп» или «пс». В марках спокойных сталей символ «сп» часто не указывается.

Буква «А» после двузначного числа указывает на принадлежность стали к категории высококачественной. Кипящие и полуспокойные стали не относятся к высококачественным.

Углеродистые качественные инструментальные стали маркируются с применением ключевого (системообразующего) символа «У», открывающего марку. За ним следует цифра или число, показывающая среднее содержание углерода в десятых долях процента. Концентрация углерода в таких сталях варьируется от 0,7 мас. % до 1,3 мас. % углерода, поэтому число марок невелико – от У7 до У13 (см. рис. 2). Стали этой группы выплавляются только как спокойные, но символ «сп» не ставится. Буква «А» в конце марки указывает на принадлежность стали к категории высококачественной.

Легированные качественные конструкционные стали маркируются с применением двух ключевых (системообразующих) символов: двух- или трехзначного числа, показывающего среднюю концентрацию углерода в сотых долях процента, и символов легирующих элементов (табл. 2). Обычно за символами легирующих элементов следует цифра (или целое число), указывающая примерное количество процентов легирующей добавки. Если ее содержание не превышает 1,5 мас. % и округляется до целого числа 1, единица в марке не ставится. Другими словами, отсутствие в марке числа после символа легирующего элемента по умолчанию свидетельствует, что его концентрация не превышает 1,5 мас. %.

Условные обозначения легирующих элементов  
в марках легированных сталей и чугунов

Химический символ	Наименование легирующего элемента	Условное обозначение в марке	Химический символ	Наименование легирующего элемента	Условное обозначение в марке
N	Азот	А	P	Фосфор	П
Nb	Ниобий	Б	B	Бор	Р
W	Вольфрам	В	Si	Кремний	С
Mn	Марганец	Г	Ti	Титан	Т
Cu	Медь	Д	V	Ванадий	Ф
Se	Селен	Е	Cr	Хром	Х
Co	Кобальт	К	Zr	Цирконий	Ц
Ni	Никель	Н	Al	Алюминий	Ю
Mo	Молибден	М		Редкоземельные	Ч

Легированные стали выплавляются только как спокойные, символ «сп» не ставится. Буква «А» в конце марки указывает на принадлежность стали к категории высококачественной, а символ «-Ш» (иногда без черточки перед буквой) – на то, что сталь особо высококачественная. Марки, не содержащие в конце букв «А» или «Ш», относятся к сталям качественным.

Если сталь содержит в качестве легирующей добавки азот, символ «А» будет стоять в середине марки, например, 16Г2АФ.

Следует подчеркнуть, что некоторые элементы: V, Ti, Nb, Zr, B, N и др. – нередко присутствуют в стали в очень незначительных количествах – сотых долях процента (бор в тысячных), оказывая при этом существенное влияние на свойства стали. Поэтому они рассматриваются как легирующие элементы (так называемое микролегирование), и соответствующие им символы присутствуют в марке стали [4].

Легированные качественные инструментальные стали маркируются с применением двух ключевых (системообразующих) символов – однозначного числа, показывающего среднюю концентрацию углерода в десятых долях процента, и символа(-ов) легирующих элементов (см. табл. 2).

Обычно за символами легирующих элементов следует цифра или целое число, указывающее примерное количество процентов легирующей добавки. Если ее содержание не превышает 1,5 мас. % и округленное целое число равно 1, единица в марке не ставится. Таким образом, отсутствие в марке числа после символа легирующего элемента по умолчанию свидетельствует, что его концентрация не превышает 1,5 мас. %.

Следует помнить, что в случаях, когда средняя концентрация углерода в стали составляет десять десятых (и более) процента, двузначные числа 10, 11 и далее в начале марки не ставятся. Редкими исключениями являются несколько марок – 11ХФ, 13Х.

Буква «А» в конце марки указывает на принадлежность стали к категории высококачественной, а символ «-Ш» (иногда без черточки перед буквой) – на то, что сталь особо высококачественная.

Если сталь содержит в качестве легирующей добавки азот, символ «А» будет стоять в середине марки, например, 9Х4МЗФ2АГСТ-Ш.

Для отнесения химического элемента к легирующим добавкам или постоянным примесям стали можно воспользоваться граничными значениями их концентрации, приведенными в табл. 2 сообщения 1.

Перечисленные правила маркировки сталей, относящиеся к пяти маркировочным группам общей классификации, собраны и в сжатом виде представлены на рис. 2.

Маркировочная группа сталей повышенной обрабатываемости включает правила маркировки, базирующиеся на общих принципах маркировки качественных сталей (углеродистых и легированных), но несущие информацию о дополнительных компонентах, улучшающих обрабатываемость.

Стали повышенной обрабатываемости (автоматные) делятся на несколько групп в зависимости от используемой присадки (или их комбинаций): серы, селена, свинца, кальция [5; 6].

Ключевым (системообразующим) символом в марке любой автоматной стали является буква «А» в начале. В зависимости от того, что следует за ней, можно выделить пять маркировочных «подгрупп» сталей:

- 1) углеродистые и легированные сернистые;
- 2) углеродистые и легированные сернистоселенистые;
- 3) углеродистые и легированные свинецсодержащие;
- 4) углеродистые и легированные кальцийсодержащие;
- 5) легированные кальцийсвинецсодержащие.

Углеродистые и легированные сернистые стали маркируются буквой «А», за которой следует марка углеродистой или легированной качественной конструкционной стали:

А 

Марка углеродистой качественной конструкционной стали
---

 ; А 

Марка легированной качественной конструкционной стали
---

 .

Примеры: А11, А20, А30, А35, А40Г.

В зависимости от марки концентрация *серы* в стали составляет 0,08...0,30 мас. %.



Углеродистые и легированные сернистоселенистые стали маркируются буквой «А», за которой следует марка углеродистой или легированной качественной конструкционной стали и в конце ставится символ «Е», соответствующий селену:

А 

Марка углеродистой качественной конструкционной стали
---

 Е; А 

Марка легированной качественной конструкционной стали
---

 Е.

Примеры: А35Е, А45Е, А40ХЕ.

В зависимости от марки концентрация серы в стали составляет 0,06...0,12 мас. %, а селена 0,04...0,10 мас. %.

Углеродистые и легированные свинецсодержащие стали маркируются буквосочетанием «АС», за которым следует марка углеродистой или легированной качественной конструкционной стали:

АС 

Марка углеродистой качественной конструкционной стали
---

 ; АС 

Марка легированной качественной конструкционной стали
---

 .

Примеры: АС14, АС40, АС20ХГНМ, АС40ХГНМ.

Вне зависимости от марки концентрация свинца в стали составляет 0,15...0,30 мас. %.

Углеродистые и легированные кальцийсодержащие стали маркируются буквосочетанием «АЦ», за которым следует марка углеродистой или легированной качественной конструкционной стали:

АЦ 

Марка углеродистой качественной конструкционной стали
---

 ; АЦ 

Марка легированной качественной конструкционной стали
---

 .

Примеры: АЦ40, АЦ35Х, АЦ20ХГНМ.

Микролегирование стали кальцием проводят специальным сплавом, именуемым силикокальцием из расчета введения 0,03...0,09 мас. % Са в жидкий металл.

Легированные кальцийсвинецсодержащие стали маркируются буквосочетанием «АСЦ», за которым следует марка легированной качественной конструкционной стали:

АСЦ 

Марка легированной качественной конструкционной стали
---

 .

Пример: АСЦ30ХМ.

В стали содержится 0,15...0,30 мас.% свинца и не менее 0,001...0,002 мас. % кальция.

К настоящему времени практически исчез класс сернисто-селенистых сталей, и на смену им пришли стали, характеризующиеся совместным введением

двойных (S+Pb, S+Ca) и тройного (S+Ca+Pb) комплексов присадок. Однако правила маркировки автоматных сталей при этом практически не изменились.

Две маркировочные группы сталей несут в себе элементы архаичности, т. е. содержат правила маркировки, сложившиеся в первой трети XX века до формирования общей классификации. Это относится к подшипниковым (шарикоподшипниковым) и быстрорежущим сталям.

Термин «шарикоподшипниковые» определяет узкую область назначения – подшипники качения (не только шариковые, но также роликовые и игольчатые). Первая отечественная шарикоподшипниковая сталь была выплавлена на рубеже 20-х и 30-х годов XX века. Для ее маркировки была предложена аббревиатура **ШХ** – *шарикоподшипниковая хромистая*, – за которой ставится число *десятых долей процента* средней концентрации хрома. Из ранее широко известных марок ШХ6, ШХ9 и ШХ15 в употреблении осталась марка ШХ15. Для всех сталей группы ШХ характерно содержание 0,95...1,05 мас. % углерода, 0,20 мас. % марганца, 0,17...0,37 мас. % кремния.

Усовершенствование стали ШХ15 путем введения в нее дополнительных легирующих добавок (кремния и марганца) своеобразно отразилось в маркировке – распространением на *специфическую* систему более поздних правил обозначения легирующих элементов в составе легированных сталей: ШХ15СГ, ШХ20СГ. Разработка и освоение новых подшипниковых сталей специального применения (теплостойких и коррозионностойких) ознаменовались отказом от маркировки «ШХ» и переходом к правилам, применяемым в маркировочных группах 4 и 5 общей классификации сталей. Примером служит нержавеющая подшипниковая сталь марки 95Х18-Ш [7]. Она названа по правилам маркировки легированных конструкционных сталей, содержание углерода в которых выражается числом сотых долей процента. В то же время имеются подшипниковые стали для работы в коррозионных средах при повышенных температурах, маркированные как легированные инструментальные теплостойкие стали, содержание углерода в которых выражается числом десятых долей процента – 11Х18М-Ш, 8Х4В9Ф2-Ш, 8Х4М4В2Ф1-Ш [8].

Быстрорежущие стали в России стали специфически маркируются начальной буквой русского алфавита Р, соответствующей первому звуку в английском слове rapid – быстрый, скорый. Далее следует целое число процентов вольфрама. Наиболее распространенной ранее маркой быстрорежущей стали была Р18. Ее иногда называли классической в ряду других марок – Р9 и Р12. В составе всех быстрорежущих сталей присутствует около 0,8 мас. % С, до 18 мас. % W, 4 мас. % Cr, 1 мас. % V.

В связи с дефицитностью и дороговизной вольфрама, начиная с 70-х годов XX века, практически во всех странах произошел переход на вольфра-

момолибденовую сталь Р6М5 без азота и Р6АМ5 с азотом. Аналогично подшипниковым сталям, произошло слияние (своего рода «гибридизация») двух систем маркировки. Разработка и освоение новых быстрорежущих сталей с кобальтом и ванадием обогатило арсенал «гибридных» марок: Р6АМ5Ф3, Р6М4К8, 11Р3АМ3Ф2, а также привело к появлению вообще безвольфрамовых быстрорежущих сталей, которые маркируются как в специфической системе (Р0М5Ф1, Р0М2Ф3), так и полностью по правилам маркировки в общей классификации – 9Х6М3Ф3АГСТ-Ш, 9Х4М3Ф2АГСТ-Ш [9].

Помимо сложившейся к концу XX столетия общей классификации сталей и связанного с ней свода правил маркировки, существуют узкоспециализированные классы сталей, характеризующиеся узкой областью применения. В таких классах действуют иные классификационные признаки и сохранились специфические правила маркировки. К узкоспециализированным (особого назначения) сталям относят следующие: рельсовые (а в них отдельно для рельсов, осей, других изделий), строительные, арматурные, котельные и др. стали [10].

Так, например, в классе *рельсовых сталей*, являющихся по общей классификации углеродистыми или легированными качественными конструкционными сталями с содержанием углерода 0,71...0,82 мас. %, к числу классификационных признаков относят дополнительно способ выплавки: мартеновский (М), конверторный (К), электродуговой (Э). Примеры марок рельсовой стали – К76, Э76, К78ХСФ, М76Т и др.

Для *строительных сталей*, изготавливаемых в виде листового и сортового проката, системообразующим классификационными признаками являются назначение (*строительная*) и так называемый *класс прочности* (он же – *наименование стали*), обозначаемый величиной предела текучести  $\sigma_T$  или  $\sigma_{0,2}$  в МПа. В конце наименования могут стоять буквы «К», «Т» или «Д», указывающие на отличие химсостава (К) конкретной стали внутри того же класса сталей, термическое упрочнение проката (Т) или введение в сталь небольшого количества меди для повышения сопротивляемости стали атмосферной коррозии (Д). Примеры марок строительной стали – С235, С345, С345К, С440Д. При этом только для двух классов строительных сталей – С345 и С375 – вводится деление на четыре категории по хладостойкости, например: С345-1, С375-4, С345Д-3.

Для существующей группы *арматурных сталей* основным, но не единственным, классификационным признаком также является минимальное значение предела текучести в МПа. Другим классификационным признаком является состояние поставки арматурной стали – горячекатаная или термоупрочнённая, Арматура указанных видов в свою очередь делится на классы

прочности. Далее возможна дифференциация арматурных сталей по стойкости к коррозионному растрескиванию под напряжением и свариваемости. Каждый из перечисленных признаков соответствующим образом кодируется в марке арматурной стали. Примеры марок: А-I (А240), А-IV (А600), А-VI (А1000), Ат500С, Ат800К и др.

Наконец, можно выделить листовую горячекатаную *котельную углеродистую сталь*, применяемую для изготовления деталей и частей котлов, судов и арматуры, работающих под давлением при комнатной, повышенной или пониженной температурах. Горячекатаные листы котельной стали производят из углеродистых качественных сталей, которые дополнительно маркируют добавлением буквы «К» в конце марки: 12К, 15К, 16К, 18К, 22К. Применяемые в котлостроении низколегированные (16ГС, 09Г2С, 10Г2С1Д и др.) и легированные (10Х2М, 12Х1МФ и др.) стали маркируются уже по правилам, действующим в общей классификации сталей.

В заключение следует заметить, что принципы, по которым осуществляется обозначение сталей, были разработаны ещё в советский период, но и по сей день успешно используются не только в России, но и во всех странах постсоветского пространства. Обладая сведениями о той или иной марке стали, можно не только определять её химический состав, но и эффективно подбирать стали с требуемыми характеристиками для конкретных условий эксплуатации.

#### **Список литературы**

1. Людвиг, А. Международное сопоставление стандартных марок стали : справочник / А. Людвиг, Ф. Прокша. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 335 с. – ISBN 5-7050-0286-6. – Текст : непосредственный.

2. *Материаловедение* и технология металлов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. – 6-е изд., доп. – Москва : Высшая школа, 2008. – 877 с. – ISBN 978-5-06-004418-8. – Текст : непосредственный.

3. *ГОСТ 380–2005*. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 июля 2007 г. № 185-ст : дата введения 2008-07-01 / разработан НИИ «УкрНИИмет». – Москва : Стандартинформ, 2008. – Текст : непосредственный.

4. *ГОСТ 1050–2013*. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2014 г. № 1451-ст : дата введения 2015-01-01 / разработан Центральным научно-исследовательским институтом черной ме-

таллургии им. И. П. Бардина. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114294>.

5. Журавлев, В. Н. Машиностроительные стали : справочник / В. Н. Журавлев, О. И. Николаева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1981. – 391 с. – Текст : непосредственный.

6. Журавлев, В. Н. Машиностроительные стали : справочник / В. Н. Журавлев, О. И. Николаева. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1992. – 480 с. – ISBN 5-217-01306-0. – Текст : непосредственный.

7. Стали и сплавы. Марочник : справочник / В. Г. Сорокин [и др.] ; под ред. В. Г. Сорокина, М. А. Гервасьева. – Москва : Интернет-Инжиниринг, 2001. – 608 с. – ISBN 5-89594-056-0. – Текст : непосредственный.

8. Лахтин, Ю. М. Материаловедение : учебник для машиностроительных вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1990. – 527 с. – ISBN 5-217-00858-X. – Текст : непосредственный.

9. Геллер, Ю. А. Инструментальные стали / Ю. А. Геллер. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Металлургия, 1983. – 527 с. – Текст : непосредственный.

10. Общая классификация и обозначение металлов и сплавов : методические указания для самостоятельной работы / сост. Т. Ю. Малеткина. – Томск : Изд-во Томского гос. ун-та. – 2015. – 40 с. – Текст : непосредственный.

УДК 621:331.45

**В. А. Калушко, И. Е. Малеванная, А. А. Капустянов**

**V.A. Kalushko, I.E. Malevannaya, A.A. Kapustyanov**

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург*

*Ural Federal University named after the first  
President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg*

**vadim.kalushko@yandex.ru, i.malevannaya@yandex.ru, al.kapustyanov@mail.ru**

**ПРИКЛАДНОЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ  
ОРГАНИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
APPLIED RISK MANAGEMENT EXPERIENCE  
ORGANIZATION OF THE MACHINE-BUILDING COMPLEX**

*Аннотация. В настоящей статье проведён обзор опубликованных исследований о проблемах, связанных с анализом и управлением рисками. На практике идентифицированы, оценены и проанализированы риски организации машиностроительного комплекса с последующим построением карты рисков и предложением стратегий по их предотвращению.*

*Abstract. This article provides a review of published studies on issues related to analysis and risk management. In practice identified, assessed, and analyzed risks of the organization of*