

**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 1. ОПИСАНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ**

### **CLASSIFICATION AND RULES FOR THE FORMATION OF STEEL GRADES IN RUSSIA. MESSAGE 1. DESCRIPTION OF CLASSIFICATION FEATURES AND CLASSIFICATION OF STEELS**

***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.*

Начиная с середины II тысячелетия до нашей эры, определяемого как начало «железного века», вплоть до середины XVIII века осуществлялось производство сыродутного или кричного железа, имеющего очень малое содержание углерода и поэтому очень пластичного, или, в терминах прошлого, ковкого. Придание кованым железным изделиям – главным образом, холодному оружию и доспехам – значительной твердости и прочности, так или иначе, сводилось к науглероживанию железа и превращению его в сталь. Именно сталь в отличие от железа способна к упрочнению закалкой. Немногочисленные, нередко экзотические способы получения твердых стальных изделий хранились в строжайшем секрете, секреты часто утрачивались со смертью владельца, иногда через столетия возрождались и снова терялись.

Это относится, в частности, к стали, дошедшей до нас в виде редких образцов холодного оружия и называемой булатом, иногда дамасской сталью.

Уже в средневековье отмечается разделение стальных изделий на классы, прослеживаемое в названиях того периода. Различали литой булат и кованый булат [1]. Некоторые названия имели «географический» аспект, другие – технологический. Впоследствии появились и другие классификационные признаки – фамилия изобретателя, торговая марка и т. д. До начала XIX века в технике употребляли, например, такие названия, как «свейское (шведское) железо», «Старый русский соболь» (демидовское железо), «шеффилдская сталь», «тигельная сталь», «бадаевская (Семена Бадаева) сталь».

В середине XIX века были запатентованы новые способы получения стали из чугуна: бессемеровский, мартеновский, томасовский. Соответственно появились и новые названия производимых сталей, образованные по фамилиям изобретателей и впоследствии прочно вошедшие в практику как указание на технологию производства. Перечисленные способы передела чугуна в сталь позволяли получать сталь с прогнозируемыми или заданными технологическими и эксплуатационными свойствами. Это сделало возможным производство не одной стали, «какая получится», а многих требуемых сталей. Параллельно возникла необходимость их различать, начали создаваться способы и системы классификации, причём в силу разных обстоятельств системы классификации сталей, развиваемые в различных индустриальных странах, скорее интернациональны и имеют много общего, а системы маркировки, как правило, складываются как национальные.

К числу современных классификационных признаков сталей относятся [2; 3]:

- 1) качество;
- 2) химический состав;
- 3) назначение;
- 4) металлургические особенности производства;
- 5) микроструктура;
- 6) традиционный способ упрочнения;
- 7) традиционный способ получения заготовок или деталей;
- 8) прочность.

Качество стали определяется в первую очередь содержанием таких вредных примесей, как сера и фосфор, и дифференцируется по четырем категориям, представленным в табл. 1.

Категория «обыкновенного качества» включает только углеродистые (по химическому составу) стали. Все остальные категории качества могут относиться к любым по степени легирования сталям.

Таблица 1

## Характеристика категорий качества стали

Наименование категории качества	Содержание вредных примесей (не более), мас. %	
	серы	фосфора
Обыкновенного качества	0,050	0,040
Качественная	0,035	0,035
Высококачественная	0,025	0,025
Особовысококачественная	0,015	0,015

Химический состав как классификационный признак стали позволяет условно относить её к категории углеродистых (нелегированных) или легированных.

Углеродистые стали не содержат специально введенных легирующих элементов (добавок или присадок). Содержащиеся в углеродистых сталях элементы, кроме углерода, относятся к числу так называемых постоянных металлургических примесей. Их концентрация должна находиться в пределах, определяемых соответствующими государственными стандартами. В табл. 2. приведены усредненные предельные значения концентрации некоторых элементов, позволяющие относить эти элементы к разряду примесей, а не легирующих элементов.

Таблица 2

Значения предельных концентраций некоторых элементов в углеродистых сталях, позволяющие считать их постоянными металлургическими примесями

Элемент	Предельная концентрация, мас. %	Элемент	Предельная концентрация, мас. %
Mn	0,80	Ni	0,25
Si	0,35	Cu	0,25
Cr	0,25	V	0,03

Назначение как классификационный признак позволяет подразделять стали на конструкционные и инструментальные.

*Конструкционными* считаются стали, применяемые для изготовления различных деталей машин, механизмов и конструкций в машиностроении, строительстве и приборостроении. Как правило, конструкционные стали являются *низко-* (или *мало-*) и *среднеуглеродистыми*. Твердость не является для них решающей механической характеристикой.

*Инструментальными* называются стали, применяемые для обработки материалов резанием или давлением, а также для изготовления измерительного инструмента. Они должны обладать высокой твердостью, износостойкостью, прочностью и рядом других специфических свойств, например, теплостойкостью. Необходимым условием получения высокой твердости является повышенное содержание углерода, поэтому инструментальные стали, за редким исключением, всегда являются высокоуглеродистыми.

Под металлургическими особенностями производства в настоящее время при классификации сталей подразумевают степень раскисления стали перед разливкой. По степени раскисления (или раскисленности) стали подразделяют на кипящие, полуспокойные и спокойные. Кипящей сталью называется не полностью раскисленная сталь. Критерием для указанного разделения сталей служит содержание в них кремния как наиболее дешевого и эффективного раскислителя (табл. 3), хотя и другие раскислители (Mn, Ti, Al) могут сделать сталь спокойной.

По микроструктуре классификация сталей в значительной степени условна. Критерием для разделения на классы в данном случае являются особенности её строения в отожжённом (равновесном) и нормализованном состояниях.

Таблица 3

Состояние стали после разливки в зависимости от раскисления

Состояние стали перед кристаллизацией	Раскислители	Содержание кремния после кристаллизации, мас. %
Кипящая	Mn	< 0,05
Полуспокойная	Mn + Al	0,05...0,14
Спокойная	Mn+Al+Si	0,15...0,30

По структуре в равновесном состоянии, т. е. после медленного охлаждения на воздухе, все стали разделяют на пять классов:

- 1) доэвтектоидные, имеющие в структуре избыточный феррит;
- 2) эвтектоидные, структура которых состоит из перлита;
- 3) заэвтектоидные, имеющие в структуре избыточный цементит (вторичный);
- 4) аустенитные;
- 5) ферритные.

Углеродистые стали могут быть первых трёх классов, легированные – всех пяти. Стали аустенитного класса образуются при введении в углеродистые стали большого количества элементов Ni, Co или Mn, расширяющих

$\gamma$ -область диаграммы «железо – углерод», а стали ферритного класса – при введении элементов Cr, Si, V, W и др., расширяющих  $\alpha$ -область [4].

К традиционным способам упрочнения относят закалку с высоким отпуском (улучшение), цементацию и азотирование. Соответственно, различают стали улучшаемые, цементуемые и азотируемые. В последние три-четыре десятилетия появились стали с другими способами (механизмами) упрочнения – дисперсионно-твердеющие, мартенсито-стареющие и др.

Традиционный способ получения заготовок или деталей как классификационный критерий позволяет выделять стали для холодной штамповки (или глубокой вытяжки), стали повышенной обрабатываемости (автоматные). Сталь повышенной обрабатываемости выделена в самостоятельный класс сталей в конце 20-х годов XX века в США как сталь, легко поддающаяся скоростной обработке на металлорежущих станках-автоматах.

По прочности, оцениваемой временным сопротивлением ( $\sigma_b$ ), все стали с некоторой условностью можно разделить на стали нормальной (средней) прочности ( $\sigma_b \sim 1000$  МПа), повышенной прочности ( $\sigma_b \sim 1500$  МПа), высокопрочные ( $\sigma_b \sim 2000$  МПа) и сверхпрочные ( $\sigma_b > 2000$  МПа).

Перечень классификационных признаков и соответствующих классов сталей представлен на рис. 1 в его верхней части.

Из вышесказанного вытекает, что охарактеризовать сталь – значит описать её в терминах классификационных признаков. Например, для изготовления штампа для горячей объемной штамповки требуется спокойная качественная легированная среднеуглеродистая теплостойкая инструментальная сталь, содержащая никель для повышения ударной вязкости и молибден или вольфрам для обеспечения теплостойкости.

Существенными недостатками приведённой характеристики являются ее *многословность* и *неконкретность* в определении химического состава: сколько сталь должна содержать, кроме постоянных примесей, углерода, никеля, молибдена или вольфрама и не должно ли в ней быть еще каких-нибудь элементов.

Указанные недостатки устраняются введением условного обозначения стали (ее марки), которое в сжатой форме передает как можно большее количество информации. Сжатие информации осуществляется путем введения цифровых или буквенных кодов для обозначения классификационных характеристик.

# КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ, КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ И ИХ МАРКИРОВочНЫЕ ГРУППЫ

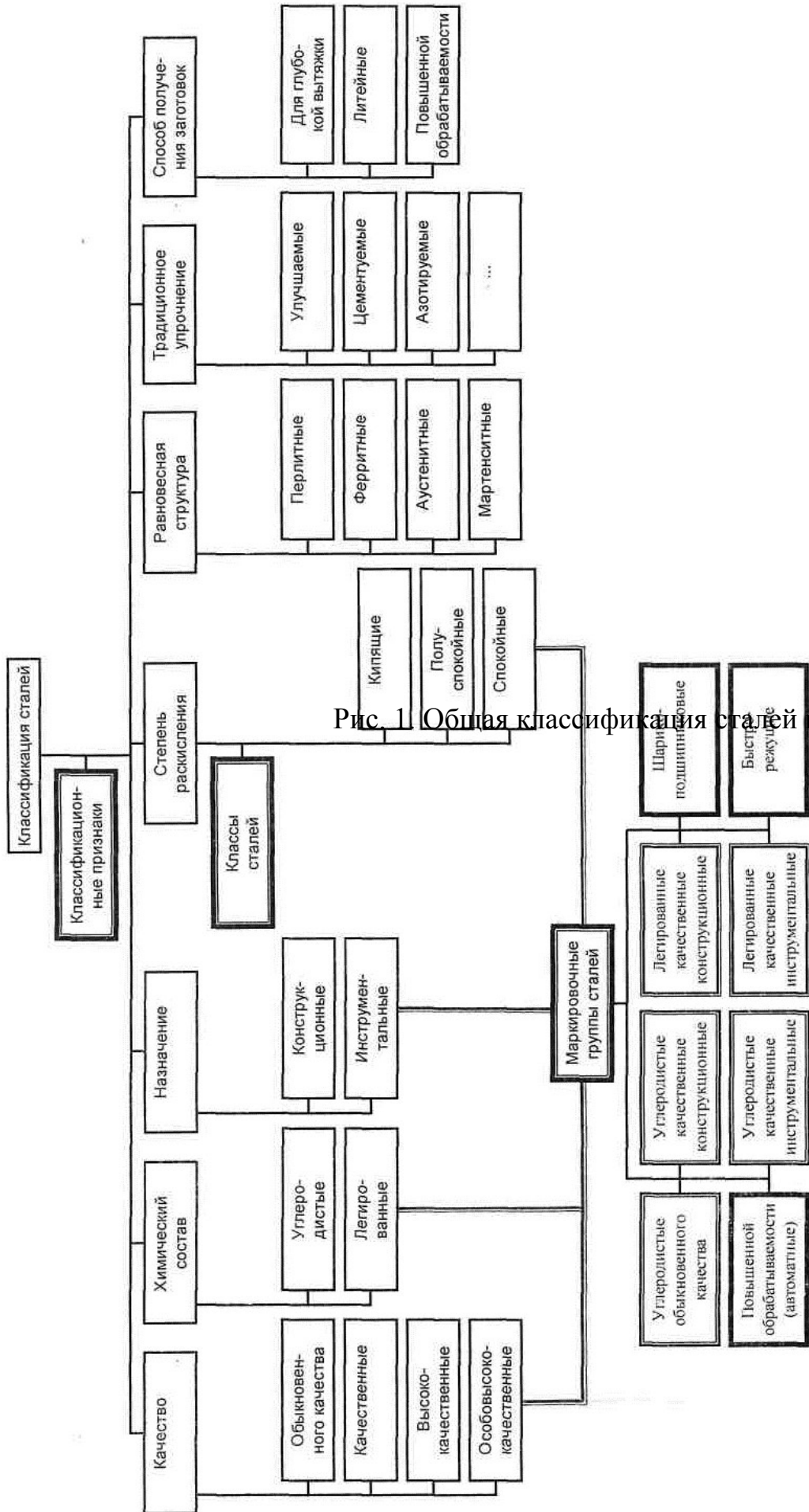


Рис. 1. Общая классификация сталей и соответствующие маркировочные группы.

### **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.*