

Б. Н. Гузанов, В. В. Бухаленков, А. В. Фирсов

B. N. Guzanov, V. V. Bukhalenkov, A. V. Firsov

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

Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg

guzanov_bn@mail.ru, vbukhalenkov@mail.ru, antonesko@firsov.com

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРАВИЛА МАРКИРОВКИ ЛИТЕЙНЫХ ЧУГУНОВ В РОССИИ. СООБЩЕНИЕ 3

CLASSIFICATION AND RULES FOR THE FORMATION OF FOUNDRY CAST IRONS GRADES IN RUSSIA. MESSAGE 3

***Аннотация.** В статье рассмотрены классификационные признаки, положенные в основу современных принципов общей классификации всех видов чугунов и отдельно литейных чугунов в России. Представлена концепция маркировочных групп, согласующаяся с классификацией литейных чугунов 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 all types of cast irons and separately foundry cast irons in Russia. The concept of marking groups is presented, consistent with the classification of foundry cast irons and systematizing the rules for the formation of their conventional designations – grades.*

***Ключевые слова:** литейные чугуны; классификационные признаки; классы литейных чугунов; марки литейных чугунов; правила образования марок.*

***Keywords:** foundry irons for casting; classification features; purpose of iron for casting; foundry cast iron classes; foundry cast iron grades; rules for the formation of foundry cast iron grades.*

Чугунами называют сплавы железа с углеродом, имеющие в своем составе более 2,14 мас. % С. Чугуны выплавляют для передела в сталь (передельные), для получения ферросплавов, играющих роль легирующих присадок, а также как высокотехнологичные сплавы для получения отливок (литейные). Отличительным структурным признаком чугунов является присутствие эвтектики [1, 2], которая в системе сплавов «железо – цементит» получила название «ледебурит». Наличие эвтектического превращения резко снижает температуру плавления, что и обуславливает использование чугунов в качестве литейных сплавов.

Углерод может находиться в нелегированном чугуне в виде двух высокоуглеродистых фаз – цементита (Fe₃C) и графита, а иногда одновременно в виде цементита и графита. Чугун, в котором присутствует только цементит,

дает светлый блестящий излом и поэтому называется белым. Присутствие графита придает излому чугуна серый цвет. Однако не всякий чугун с графитом относится к классу так называемых серых чугунов. Между белыми и серыми чугунами лежит класс половинчатых чугунов.

1. Основные сведения о стадиях графитизации цементита

Из теории фазовых превращений и практики термической обработки железоуглеродистых сплавов известно, что цементит является неустойчивой фазой и при нагреве в зависимости от температуры распадается на один из твердых растворов углерода в железе – аустенит $Fe\gamma(C)$ или феррит $Fe\alpha(C)$ – и углерод в виде графита (рис. 1).

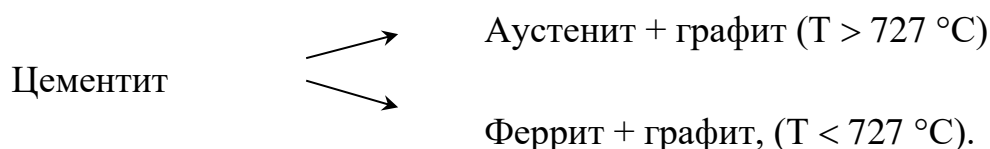


Рис. 1. Схема распада цементита при нагреве чугуна

Такой распад называется графитизацией. Из всех возможных форм цементита в чугунах: первичного, цементита ледебурита, цементита перлита, – в первую очередь графитизируется первичный, затем – цементит ледебурита и в последнюю очередь – цементит перлита.

Половинчатыми чугунами называют чугуны, в структуре которых, несмотря на графитизацию, хотя бы частично сохранился цементит ледебурита, а, значит, присутствует собственно ледебурит – имеющая специфический вид эвтектическая структурная составляющая.

К серым относят чугуны, в которых полностью распался цементит ледебурита, и последнего в структуре не стало. Серый чугун состоит из графитных включений и металлической основы. Эта металлическая основа представляет собой перлитную (эвтектоидную), феррито-перлитную (доэвтектоидную) или ферритную (малоуглеродистую) сталь. Указанной последовательности видов металлической основы серых чугунов соответствует все большая степень распада цементита, входящего в состав перлита.

2. Классификация чугунов

Классификационные признаки, возможные классы и конкретные названия серых и белых чугунов систематизированы в двух классификационных схемах на рис. 2 и 3. Изучение фазовых превращений в чугунах и опора на указанные схемы позволит лучше уяснить правила маркировки отдельных классов чугунов.

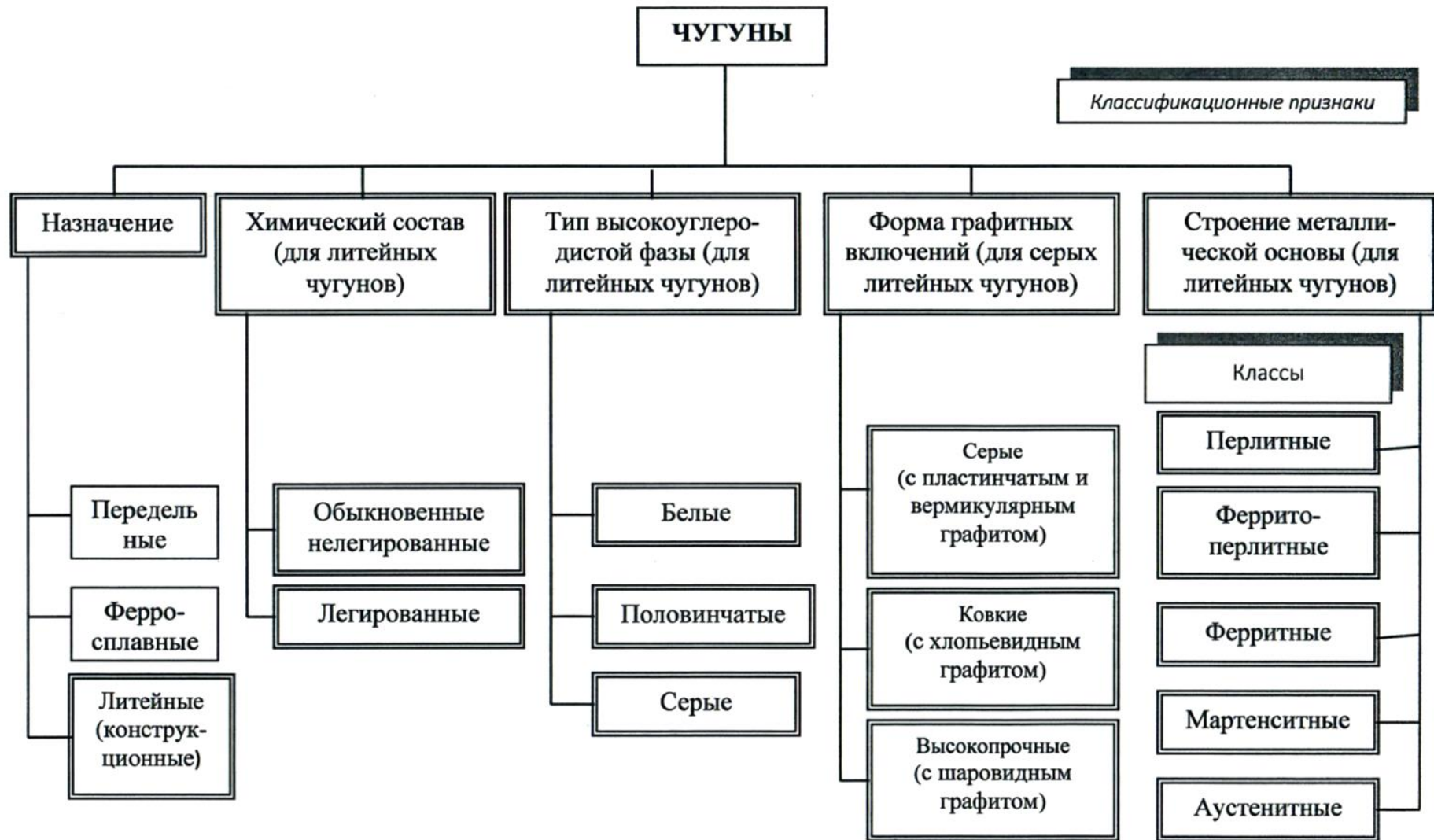


Рис.2. Схема общей классификации чугунов

Форма графитных включений зависит от того, как протекает процесс образования графита в чугунах. Включения графита, образующиеся непосредственно в процессе первичной кристаллизации, имеют вид розы с лепестками (розетки). Отдельные лепестки-пластинки в сечении микрошлифа выглядят как длинные полоски. Такая форма графита присутствует в сером чугуне, который получил название чугуна с пластинчатым графитом.

Если перед первичной кристаллизацией чугун модифицируют путем обработки расплава магнием или другими лигатурами, образующийся графит имеет шаровидную (глобулярную) форму. Его название – «высокопрочный чугун с шаровидным графитом», или сокращенно ЧШГ.

Уменьшая количество модификатора, добиваются получения графитных включений в форме отдельных продолговатых включений, напоминающих вермишель. Соответствующее название чугуна – «чугун с вермикулярным графитом», сокращенно ЧВГ.

Длительный нагрев при высоких температурах (отжиг) отливок из белого чугуна приводит к образованию графита в форме хлопьев. Полученный продукт называют чугуном с хлопьевидным графитом, или ковким чугуном.

Чугун можно рассматривать как сталь, пронизанную графитом, который играет роль надрезов (трещин), ослабляющих металлическую основу структуры. Вариацией металлической основы (феррит, феррит+перлит, перлит) и формы включений графита (пластины, хлопья, глобулы) можно в относительно широких пределах изменять прочность и вязкость литых изделий из чугуна. Наличие графита придает чугунам высокую обрабатываемость резанием, уменьшает коэффициент трения скольжения, т.е. делает чугун антифрикционным материалом.

Серые технические чугуны представляют собой, по существу, тройные сплавы Fe-Si-C с постоянными примесями Mn, P, S.

Легированием чугуна можно добиться придания ему специальных эксплуатационных и физических свойств – жаростойкости (окалиностойкости), коррозионной стойкости, жаропрочности, ростоустойчивости (неизменности размеров чугунного изделия при многократных нагревах и охлаждениях), парамагнетизма (немагнитности).

В ряде случаев белые и половинчатые чугуны также используются в качестве конструкционного материала. Их преимущество – высокая твердость, обусловленная мартенситной металлической основой и включениями цемента или специальных карбидов. Именно высокая твердость обеспечивает изделиям из этих чугунов важное эксплуатационное свойство – износостойкость, или способность противостоять абразивному, абразивно-ударному и абразивно-коррозионному изнашиванию.

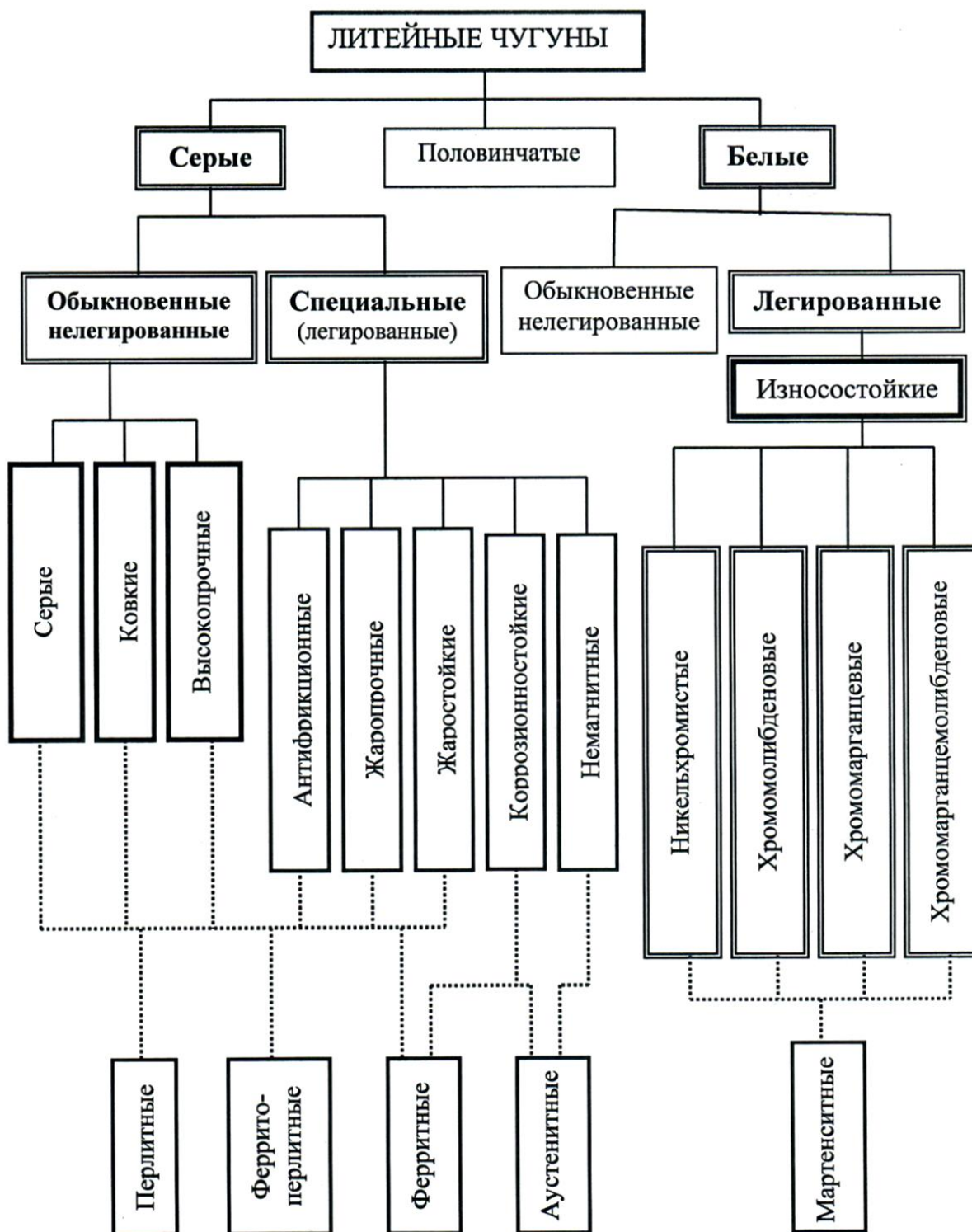


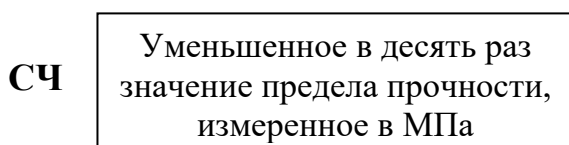
Рис. 3. Схема классификации литейных (конструкционных) чугунов

3. Маркировка чугунов различных классов

В марке обыкновенных нелегированных серых чугунов прямо отражается информация о форме графитных включений. Буквосочетание СЧ применяется к чугунам с пластинчатым (и вермикулярным) графитом, КЧ – к ковким с хлопьевидным графитом, а ВЧ – к высокопрочным с шаровидным графитом. В указанной последовательности возрастает вязкость чугуна, которую можно

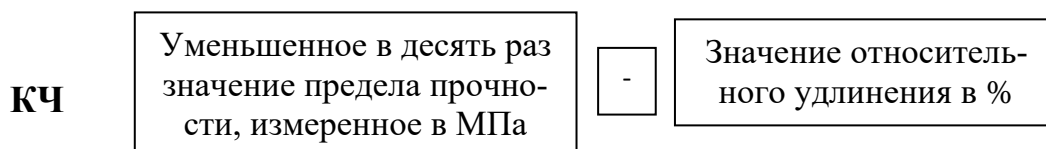
грубо оценить такой характеристикой стандартных механических свойств, как относительное удлинение. О строении металлической основы косвенно судят по величине предела прочности (временного сопротивления). Он уменьшается по мере графитизации цементита в перлите. Схема классификации, названия серых литейных чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы, а также соответствующие марки приведены на рис. 4.

Марка серого чугуна с пластинчатым графитом по ГОСТ 1412–85 [3] образуется буквосочетанием СЧ (серый чугун), за которым через пробел следует число, в десять раз меньшее предела прочности при растяжении (временного сопротивления), измеренного в МПа (мегапаскалях)¹:



Примеры: СЧ 45 (с перлитной металлической основой);
СЧ 21 (с феррито-перлитной металлической основой);
СЧ 15 (с ферритной металлической основой).

Марка ковкого чугуна с хлопьевидным графитом по ГОСТ 1215–79 [4] образуется буквосочетанием КЧ (ковкий чугун), за которым через пробел следует число, в десять раз меньшее предела прочности при растяжении (временного сопротивления), измеренного в МПа и далее через дефис число, показывающее относительное удлинение в %:



Примеры: КЧ 63-2 (с перлитной металлической основой);
КЧ 50-4 (с феррито-перлитной металлической основой);
КЧ 30-6 (с ферритной металлической основой).

Марка высокопрочного чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом по ГОСТ 7293–85 [5], введённому с начала 1987 года, образуется буквосочетанием ВЧ (высокопрочный чугун), за которым через пробел следует число, в десять раз меньшее предела прочности при растяжении (временного сопротивления), измеренного в МПа.

¹ До введения в стране в 1968 году Системы интернациональной (СИ) единиц измерения физических величин механическое напряжение в материаловедческих дисциплинах представлялось единицей «кгс/мм²», которая в 10 раз больше единицы «МПа», или «МН/м²».

**КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗВАНИЯ СЕРЫХ ЧУГУНОВ
ПО ФОРМЕ ГРАФИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ И СТРОЕНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ**

НАЗВАНИЯ СЕРЫХ ЧУГУНОВ		Форма графитных включений					
		пластинчатые		хлопьевидные		глобулярные	
		Название чугуна по форме графитных включений					
		серый		ковкий		высокопрочный	
Название чугуна по строению металлической основы	перлитный						
	феррито-перлитный						
	ферритный						
		Марки: СЧ 45 СЧ 40		Марки: КЧ 63-2 КЧ 60-3		Марки: ВЧ 120-4 ВЧ 100-4	
		СЧ 35		КЧ 56-4 КЧ 50-4 КЧ 45-6		ВЧ 80-3	
		СЧ 21 СЧ 18				ВЧ 50-2 ВЧ 45-5	
		СЧ 15 СЧ 10		КЧ 37-12 КЧ 35-10 КЧ 30-6		ВЧ 42-12 ВЧ 38-17	

Рис. 4. Схема классификации, названия серых чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы и соответствующие марки

ВЧ

Уменьшенное в десять раз значение предела прочности, измеренное в МПа

Для изготовления отливок указанным стандартом предусматриваются следующие марки чугуна:

ВЧ 35, ВЧ 40 (с ферритной металлической основой);
ВЧ 45; ВЧ 50; ВЧ 60 (с феррито-перлитной металлической основой);
ВЧ 70; ВЧ 80; ВЧ 100 (с перлитной металлической основой).

По действовавшему до 1987 года ГОСТ 7293–79 марка высокопрочного чугуна с шаровидным графитом была более информативной, поскольку образовывалась не только буквосочетанием ВЧ и числом уменьшенного в десять раз предела прочности (временного сопротивления) в МПа, но и последующим (через дефис) значением относительного удлинения в %:

ВЧ

Уменьшенное в десять раз значение предела прочности, измеренное в МПа

-

Значение относительного удлинения в %

Примеры: ВЧ 120-4 (с перлитной металлической основой);
ВЧ 45-5 (с феррито-перлитной металлической основой);
ВЧ 38-17 (с ферритной металлической основой).

Все сказанное дополнительно иллюстрируется на рис. 4. Чтобы продемонстрировать сочетание в отливках из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом высокой прочности с высокой вязкостью, примеры марок на этом рисунке записаны в соответствии с правилами отменённого ГОСТ 7293–79.

В классе специальных (легированных) серых чугунов различают чугуны с особыми физическими и химическими свойствами (см. рис. 3).

Антифрикционные чугуны, применяемые для изготовления деталей подшипников скольжения, по ГОСТ 1585–85 [6] маркируются буквосочетаниями АЧС, АЧК или АЧВ, за которыми через дефис указывается порядковый номер марки – 1, 2, 3, ..., 6. Буквы обозначают следующее: А – антифрикционный; Ч – чугун; С, К или В – указание на форму графитных включений по аналогии с серым (пластинчатая), ковким (хлопьевидная) и высокопрочным (шаровидная) чугунами.

Примеры марок: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-2.

Специальные легированные жаростойкие, коррозионностойкие и жаропрочные чугуны по ГОСТ 7769–82 [7] маркируются буквой Ч, за которой без пробела по правилам маркировки легированных сталей следует(-ют) пара(-ы)

буквенного и цифрового символов, обозначающих легирующий элемент и целое число его процентов:

Ч

Символ легирующего элемента

Целое число процентов легирующего элемента

Примеры марок специальных серых легированных чугунов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Примеры марок специальных серых чугунов

Жаростойкие	Коррозионностойкие	Жаропрочные
ЧС5 ЧХ28, ЧХ32 ЧН15Д7, ЧН15Д3Ш*	ЧС13, ЧС15, ЧС17 ЧС15М4, ЧС17М3 ЧН15Д7	ЧН19Х3Ш* ЧН11Г7Ш*

* – буква «Ш» в конце марки указывает на шаровидную форму графита

Чугуны, относящиеся к классу белых износостойких легированных чугунов, маркируются буквосочетанием ИЧ (износостойкий чугун), за которым следует трехзначное число сотых долей процента углерода и далее пара(-ы) буквенных и цифровых символов, обозначающих легирующий элемент и целое число его процентов:

ИЧ

Трехзначное число сотых долей процента углерода

Символ легирующего элемента

Целое число процентов легирующего элемента

Примеры марок белых износостойких легированных чугунов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Примеры марок белых износостойких легированных чугунов [8]

Класс износостойких чугунов по химическому составу	Марки
Никельхромистые	ИЧ280Х28Н2 ИЧ250Х25НТ
Хромомолибденовые	ИЧ290Х12М ИЧ300Х16МТ
Хромомарганцевые	ИЧ210Х12Г5 ИЧ280Х12Г5 ИЧ170Х30Г3 ИЧ210Х30Г3
Хромоникельмарганцевые	ИЧ260Х17Н3Г3
Хромомарганцеомолибденовые	ИЧ290Х12Г5М

Список литературы

1. Гуляев, А. П. *Металловедение* / А. П. Гуляев. – Москва : *Металлургия*, 1987. – 647 с.

2. *Лахтин, Ю. М.* Материаловедение : учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 5-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2009. – 528 с.

3. *ГОСТ 1412–85.* Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 24 сентября 1985 г. № 3009 : дата введения 1987-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008656>.

4. *ГОСТ 1215–79.* Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 14 сентября 1979 г. № 3570 : дата введения 1981-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011539>.

5. *ГОСТ 7293–85.* Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 24 сентября 1985 г. № 3008 : дата введения 1987-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008852>.

6. *ГОСТ 1585–85* Чугун антифрикционный для отливок. Марки : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 19 сентября 1985 г. № 2943 : дата введения 1987-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008850>.

7. *ГОСТ 7769–82.* Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 17 февраля 1982 г. № 706 : дата введения 1983-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011542>.

8. *Цыпин, И. И.* Белые износостойкие чугуны. Структура и свойства / И. И. Цыпин. – Москва : Metallurgia, 1983. – 176 с.

УДК 614.841.345.6

Е. В. Кононенко, А. Н. Миронов

E. V. Kononenko, A. N. Mironov

*ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной
противопожарной службы МЧС России», Екатеринбург*

Ural Institute of State fire service EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

ekononenko51@mail.ru, miron.man@mail.ru

ПЛАНИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА МЕНЕДЖМЕНТА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

PLANNING AS THE BASIS FOR FIRE SAFETY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Аннотация. В работе авторы обосновывают актуальность планирования в системах менеджмента и необходимость разработки понятного и удобного стандарта организации по планированию мероприятий по обеспечению ПБ для крупных промышленных предприятий.