

# Практическая работа 1

## Анализ свойств, назначения и расшифровка марок сталей и чугунов

**Время проведения 2 часа**

**Цель:** Изучение принципов обозначения марок сталей и чугунов и определения свойств и области применения материалов

### **Задание**

1. Ознакомиться с методикой маркировки различных марок сталей и чугунов по методическим указаниям

2. Дать расшифровку марок сталей и чугунов по карточке индивидуального задания

**Оснащение:** методические указания к работе, карточка индивидуального задания

### **Теоретические сведения**

#### **ЧУГУНЫ**

Чугун – сплав железа с углеродом, содержащий более 2,14% углерода, постоянные примеси.

Они мало пластичны, не прокатываются и не коуются. Чугуны обладают пониженной температурой плавления и хорошими литейными свойствами. За счет этого из чугунов можно делать отливки значительно более сложной формы, чем из сталей

#### *Разновидности чугунов*

В зависимости от того, какой формы присутствует углерод в сплавах, различают белые, серые, ковкие и высокопрочные чугуны. Белый чугун Такое название он получил по виду излома, который имеет матово-белый цвет. Весь углерод в этом чугуне находится в связанном состоянии в виде цементит. Белые чугуны имеют большую твердость (HB 450-550) и, как следствие этого, они очень хрупкие и для изготовления деталей машин не используются.

Высокая твердость белого чугуна обеспечивает его износостойкость, в том числе и при воздействии агрессивных сред. Это свойство учитывают при изготовлении из него поршневых колец. Однако белый чугун применяют главным образом для отливки деталей на ковкий чугун, поэтому его называют передельным.

**Серый чугун** В сером чугуне углерод находится в виде графита пластинчатой формы.

Серые чугуны маркируются сочетанием букв «С» - серый, «Ч» - чугун и цифрами, которые обозначают временное сопротивление разрыву при растяжении в МПа.

**Высокопрочный чугун** Отличительной особенностью высокопрочного чугуна являются его высокие механические свойства, так как структура углерода в нем - шаровидный графит. Это повышает прочность чугуна и позволяет получить сплавы с достаточно высокой пластичностью и вязкостью.

Обозначение марки включает буквы «В» - высокопрочный, «Ч» - чугун и цифры, обозначающие временное сопротивление разрыву при растяжении в МПа.

**Ковкий чугун** Ковкими называют чугуны, в которых графит имеет хлопьевидную форму. Несмотря на свое название, они никогда не подвергаются ковке. Конфигурация детали из ковкого чугуна определяется формой отливки.

Ковкие чугуны маркируют «К» - ковкий, «Ч» - чугун и цифрами. Первая группа цифр показывает предел прочности чугуна при растяжении, МПа; вторые – относительное удлинение при разрыве в %.

**Чугуны со специальными свойствами** В зависимости от назначения различают износостойкие, антифрикционные, жаростойкие и коррозионностойкие чугуны.

**Износостойкие (антифрикционные) чугуны** Обозначают сочетанием букв АЧС, АЧК, АЧВ. Буквы С, К, В обозначают вид чугуна: серый, ковкий, высокопрочный. Цифра обозначает номер чугуна. Для легирования антифрикционных чугунов применяют хром, никель, медь, титан.

**Жаростойкие и жаропрочные чугуны** Обозначают набором заглавных букв русского алфавита и следующими за ними букв. Буква «Ч» - чугун.

Буква «Ш», стоящая в конце марки означает шаровидную форму графита. Остальные буквы означают легирующие элементы, а числа, следующие за ними, соответствуют их процентному содержанию в чугуне. Жаростойкие чугуны применяют для изготовления деталей контактных аппаратов химического оборудования, работающих в газовых средах при температуре 900-1100 С.

**Коррозионностойкие чугуны** Коррозионностойкие чугуны обладают высокой стойкостью в газовой, воздушной и щелочных средах. Их применяют для изготовления деталей узлов трения, работающих при повышенных температурах.

Примеры обозначения и расшифровки

1. СЧ15 – серый чугун, временное сопротивление при растяжении 150Мпа.

2. КЧ45-7 – ковкий чугун, временное сопротивление при растяжении 450Мпа, относительное удлинение 7%.

3. ВЧ70 – высокопрочный чугун, временное сопротивление при растяжении 700 МПа

4. АЧВ – 2 – антифрикционный высокопрочный чугун, номер 2

5. ЧН20Д2ХШ – жаропрочный высоколегированный чугун, содержащий никеля 20%, 2% меди, 1% хрома, остальное – железо, углерод, форма графита – шаровидная

6. ЧС17 – коррозионностойкий кремниевый чугун, содержащий 17% кремния, остальное – железо, углерод.

## Стали

**Сталь** - сплав железа с углеродом, содержащий углерода не более 2,14 %, а также ряд других элементов

**Классификация** Для правильного прочтения марки необходимо учитывать ее место в классификации стали по химическому составу, назначению, качеству, степени раскисления.

По химическому составу стали подразделяют на углеродистые и легированные.

Стали по назначению делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения с особыми свойствами.

Стали по качеству классифицируют на стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

**Классификация по степени раскисления.** Стали по степени раскисления классифицируют на спокойные, полуспокойные и кипящие.

Таблица 1. – Классификация сталей

Стали по химическому составу			
Углеродистые		Легированные	
низкоуглеродистые (до 0,25%С), среднеуглеродистые (0,25-0,6%С) высокоуглеродистые (более 0,6% С).		низколегированную (с суммарным содержанием легирующих элементов до 2,5%), среднелегированную (от 2,5 до 10%) и высоколегированную (свыше 10%).	
По назначению			
инструментальные		конструкционные	
По качеству (содержанию вредных примесей)			
обыкновенного качества	качественные — до 0,035%	высококачественные - не более 0,025% S	особо высококачественные

содержат до 0,06% S и 0,07% P	S и 0,035% P	и 0,025% P	- не более 0,015% S и 0,025% P
-------------------------------	--------------	------------	--------------------------------

**Конструкционные стали** – стали, предназначенные для изготовления различных деталей, узлов механизмов и конструкций.

**Инструментальные стали** – стали, применяемые для обработки материалов резанием или давлением, а также для изготовления измерительного инструмента

**Специальные стали** — это высоколегированные (свыше 10%) стали, обладающие особыми свойствами - коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др

**Углеродистые стали.** К углеродистым сталям относят стали, не содержащие специально введенные легирующие элементы.

**Конструкционные углеродистые стали.** Стали углеродистые обыкновенного качества (сталь с достаточно высоким содержанием вредных примесей S и P) обозначают согласно ГОСТ 380-94.

Эти наиболее широко распространенные стали поставляют в виде проката в нормализованном состоянии и применяют в машиностроении, строительстве и в других отраслях.

Углеродистые стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами от 0 до 6. Цифры—это условный номер марки. Чем больше число, тем больше содержание углерода, выше прочность и ниже пластичность.

Перед символом Ст указывают группу гарантированных свойств: А, Б, В. Если указание о группе отсутствует, значит предполагается группа А. Например, СТ3; БСт4; ВСт2.

Сталь обыкновенного качества выпускается также с повышенным содержанием марганца (0,8-1,1% Mn). В этом случае после номера марки добавляется буква Г. Например, БСТ3Гпс.

После номера марки стали указывают степень раскисления: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная сталь. Например, ВСт3пс.

Таблица 2. – Структура обозначения углеродистых сталей

Группа стали	Обозначение	Номер стали	Степень раскисления	Категория
А	Ст	0	-	1,2,3
		1,2,3,4	кп, пс, сп	
		5,6	пс, сп	
Б	БСт	1,2,3,4	кп, пс, сп	1,2
		5,6	пс, сп	

В	ВСт	1,2,3,4	кп, пс, сп	1,2,3,4,5
		5	пс, сп	

Таблица 3. –Значение букв и цифр, употребляющихся при маркировке сталей обыкновенного качества

Обозначение	Расшифровка обозначения
А	Группа сталей, поставляемая с гарантированными механическими свойствами. Обычно при обозначении сталей букву А опускают
Б	Группа сталей, поставляемая с гарантированным химическим составом
В	Группа сталей, поставляемая с гарантированными химическим составом и механическими свойствами
Ст	Сокращенное обозначение термина «сталь»
0-6	Условные марки стали
Г	Наличие буквы Г после номера стали означает повышенное содержание марганца
Кп	Сталь «кипящая», раскисленная только ферромарганцем
Пс	Сталь «полуспокойная», раскисленная ферромарганцем и алюминием
Сп	Сталь «спокойная», то есть полностью раскисленная.

### Примеры обозначения и расшифровки

1. **БСТ2кп** – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, группы Б, поставляемая с гарантированным химическим составом, номер 2, кипящая.

2. **СТ5Гпс** – сталь конструкционная обыкновенного качества, группы В, поставляемая с гарантированными механическими свойствами, номер 5, содержание марганца до 1%, полуспокойная.

3. **ВСт3сп** - сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, группы В, поставляемая с гарантированным химическим составом и механическими свойствами, номер 3, спокойная.

### Обозначение углеродистых качественных конструкционных сталей

Качественная конструкционная сталь – сталь с заметно меньшим содержанием серы, фосфора и других вредных примесей. Обозначается согласно ГОСТ 1050-88.

Сталь маркируют двузначными числами, которые обозначают содержание углерода в сотых долях процента, и поставляют с гарантированными показателями химического состава и механических

свойств. По степени раскисления сталь подразделяют на кипящую (кп), полуспокойную (пс), спокойную (без указания индекса). Буква Г в марках сталей указывает на повышенное содержание марганца (до 1%).

### **Примеры обозначения и расшифровки**

1. Сталь 05кп – сталь конструкционная низкоуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,05%, кипящая.

2. Сталь 25 - сталь конструкционная низкоуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,25%, спокойная.

3. Сталь 60Г - сталь конструкционная среднеуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,6%, марганца 1%, спокойная.

### **Автоматные стали**

**Обозначение автоматных сталей.** По ГОСТ 1414-75 эти стали маркируют буквой А и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Применяют следующие марки автоматной стали: А12, А20, А30, А40Г. Из стали А12 готовят неответственные детали, из стали других марок — более ответственные детали, работающие при значительных напряжениях и повышенных давлениях. Сортамент автоматной стали предусматривает изготовление сортового проката в виде прутков круглого, квадратного и шестигранного сечений. Эти стали не применяют для изготовления сварных конструкций.

**Котельные стали.** Стали листовые для котлов и сосудов, работающих под давлением, применяют для изготовления паровых котлов, судовых топок, камер горения газовых турбин и других деталей. Они должны работать при переменных давлениях и температуре до 450°С. Кроме того, котельная сталь должна хорошо свариваться. Для получения таких свойств в углеродистую сталь вводят технологическую добавку (титан) и дополнительно раскисляют ее алюминием. Выпускают следующие марки углеродистой котельной стали 12К, 15К, 16К, 18К.20К.22Кс содержанием в них углерода от 0,08 до 0,28%. Эти стали поставляют в виде листов с толщиной до 200 мм и поковок в состоянии после нормализации и отпуска.

### **Примеры обозначения и расшифровка**

АС12ХН – сталь автоматная легированная, низкоуглеродистая, содержащая 0,12 % углерода, 1% хрома и никеля.

### **Инструментальные углеродистые стали**

#### **Обозначение инструментальных углеродистых сталей**

Инструментальные углеродистые стали маркируют в соответствии с ГОСТ 1435-90.

Инструментальные углеродистые стали выпускают следующих марок: У7, У8ГА, У8Г, У9, У 10, У 11, У 12 и У 13. Цифры указывают на содержание углерода в десятых долях процента. Буква Г после цифры означает, что сталь имеет повышенное содержание марганца. Марка инструментальной углеродистой стали высокого качества имеет букву А.

### **Примеры обозначения и расшифровки**

1. У12 – сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 1,2% углерода, качественная.

2. У8ГА - сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 0,8% углерода, 1% марганца, высококачественная

3. У9А - сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 0,9% углерода, высококачественная.

### **Легированные стали**

**Легированной** называют сталь со специально введенным одним или более легирующим элементом.

**Обозначение легированных сталей** Легированные стали маркируются комбинацией цифр и заглавных букв алфавита. В обозначении нет слова «сталь» или символа «Ст». Например, 40Х, 38ХМ10А, 20Х13. Первые две цифры обозначают содержание углерода в сотых долях процента. Следующие буквы являются сокращенным обозначением элемента. Цифры, стоящие после букв, обозначают содержание этого элемента в целых процентах. Если за буквой не стоит цифра, значит содержание этого элемента до 1%.

Таблица 4. – Обозначение элементов марка

Ю-Al Алюминий	С-Si Кремний	А- N Азот
Р-В Бор	Г- Mn Марганец	Д –Cu Медь
Ф-V Ванадий	М-Mo Молибден	Е-Se Селен
В-W вольфрам	Н-Ni Никель	Ц-Zr Цирконий
Ж-Fe Железо	Т-Ti Титан	Б-Nb Ниобий
К- Со Кобальт	Та - Тантал	Х- хром

Для изготовления измерительных инструментов применяют Х, ХВГ.

Стали для штампов: 9Х, Х12М, 3Х2Н8Ф.

Стали для ударного инструмента: 4ХС, 5ХВ2С.

**Обозначение быстрорежущих сталей.** Все быстрорежущие стали являются высоколегированными. Это стали для оснащения рабочей части резцов, фрез, сверл и т.д.

Маркировка быстрорежущих сталей всегда начинается с буквы Р и числа, показывающего содержание вольфрама в процентах. Наиболее распространенными марками являются Р9, Р18, Р12.

### **Легированные стали с особыми свойствами.**

1. **Коррозионностойкие стали.** Коррозионностойкой (или нержавеющей) называют сталь, обладающую высокой химической стойкостью в агрессивных средах. Коррозионностойкие стали получают легированием низко- и среднеуглеродистых сталей хромом, никелем, титаном, алюминием, марганцем. Антикоррозионные свойства сталям придают введением в них большого количества хрома или хрома и никеля. Наибольшее распространение получили хромистые и хромоникелевые стали.

Например, хромистые стали 95Х18, 30Х13, 08Х17Т.

Хромоникелевые нержавеющие имеют большую коррозионную стойкость, чем хромистые стали, обладают повышенной прочностью и хорошей технологичностью в отношении обработки давлением. Например, 12Х18Н10Т, 08Х10Н20Т2.

2. **Жаростойкие** обладают стойкостью против химического разрушения в газовых средах, работающие в слабонагруженном состоянии.

3. **Жаропрочные** стали – это стали, способные выдерживать механические нагрузки без существенных деформаций при высоких температурах. К числу жаропрочных относят стали, содержащие хром, кремний, молибден, никель и др.

Например, 40Х10С2М, 11Х11Н2В2МФ.

4. **Износостойкие** – стали, обладающие повышенной стойкостью к износу: шарикоподшипниковые, графитизированные и высокомарганцовистые.

Особенности обозначения подшипниковых сталей.

Маркировка начинается с буквы Ш, цифра, стоящая после буквы Х, показывает содержание хрома в десятых долях процента.

Например, ШХ9, ШХ15ГС.

### **Примеры обозначения и расшифровки**

1. 40ХГТР – сталь конструкционная, легированная, качественная, содержащая 0,4% углерода и по 1% хрома, марганца, титана, бора, остальное – железо и примеси.

2. 38Х2МЮА – сталь конструкционная, легированная, высококачественная, содержащая 0,38% углерода, 2% хрома, 1% молибдена, алюминия, остальное – железо и примеси.

3. ХВГ - сталь конструкционная, легированная, качественная, содержащая 1% углерода и по 1% хрома, марганца, остальное – железо и примеси.

4. ШХ15 – сталь подшипниковая, инструментальная, качественная, содержащая 1% углерода, 1,5% хрома, остальное-железо.

5. P10K5Ф5 – сталь быстрорежущая, инструментальная, качественная, содержащая 1% углерода, 10 % вольфрама, 5% кобальта, 5% ванадия, остальное-железо

### **Контрольные вопросы**

1. В чем отличие ВЧ35 от СЧ35?

2. Какова цель легирования чугунов?

3. Может ли ковкий чугун быть антифрикционным?

4. Почему жаростойкий чугун может быть одновременно и коррозионностойким? Примеры маркировки.

5. Чем чугун отличается от стали?

6. Что такое сталь? 7.

Как маркируют углеродистые стали обыкновенного качества?

8. Может ли Сталь 45 иметь индекс «кп» и группу Б? Дайте название этой стали

9. Что такое У8, У8А?

10. Является ли сталь Р6М5 высоколегированной и почему? Дайте название этой стали.

11. Какие стали относят к легированным сталям с особыми свойствами?

12. Сравните сталь А20 и 10.

13. Для чего стали легируют хромом, никелем?

14. Может ли сталь быть без примесей?

15. Как маркируют углеродистые стали обыкновенного качества?