Энгельсский технологический институт

МАРКИРОВКА
И НАЗНАЧЕНИЕ СТАЛЕЙ

Энгельс 2025 г.

**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

МАРКИРОВКА И НАЗНАЧЕНИЕ СТАЛЕЙ

Методические рекомендации
к лабораторной работе по курсу «Материаловедение»
для студентов всех специальностей и направлений
для студентов направлений

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»

очной и заочной формы обучения

Энгельс 2023

УДК 620.22 (075.8)
ББК 30.3я73-1
А86

А 86 Артеменко А.А., Коноплянкин С.В. Маркировка и назначение сталей: Методические рекомендации к лабораторной работе по курсу «Материаловедение» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. – 12 с.

Рецензенты: доцент кафедры «Технология и оборудование электрофизических, электрохимических методов обработки» ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., к.т.н.. Козлов Г.А,;
доцент кафедры «Материаловедение» ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., к.т.н. Попова Н.Е.

Методические рекомендации посвящены изучению маркировки машиностроительных сталей. Представлены справочные данные по применению различных углеродистых и легированных сталей. Представлены варианты для самостоятельной работы студентов по определению химического состава и назначению стали по марке стали.

УДК 620.22 (075.8)
ББК 30.3я73-1

Одобрено редакционно-издательским советом
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Брошюра издается в авторской редакции

Цель работы: изучить принципы обозначения марок машиностроительных сталей и сплавов на основе железа и научиться читать маркировку.

Методические указания

Стали применяют для изготовления деталей машин и механизмов, инструментов, оснастки и оборудования, необходимых для технологического процесса их производства. Единой мировой системы маркировки сталей не существует. В США применяется сразу несколько систем AISI, ASTM, UNS. В Европе используют DIN, ECISS, EN. В России и других странах СНГ применяют самую совершенную систему обозначения марок стали, разработанную в СССР. Маркировка стали зависит от ее металлургического качества, назначения и химического состава.

Металлургическое качество стали зависит от ее чистоты по вредным примесям (сере S и фосфору P) и неметаллическим включениям. По металлургическому качеству сталь разделяют на: − сталь обыкновенного качества (S не более 0,055…0,060 %; P не более 0,05…0,07 %); − качественную (S не более 0,03 %; P не более 0,03 %); − высококачественную (S не более 0,025 %; P не более 0,025 %); − особо высококачественную (S не более 0,015 %; P не более 0,015 %; ограничение по количеству неметаллических включений на единице площади металлографического шлифа). Металлургическое качество стали определяет алгоритм дальнейшей расшифровки марки.

По назначению сталь делят на следующие основные группы: − конструкционные; − инструментальные; − стали с особыми свойствами. По химическому составу сталь делят на углеродистую и легированную. По содержанию углерода различают мало- (до 0,25 % C), средне- (0,25…0,6 % C) и высокоуглеродистую (свыше 0,6 % C) сталь. По степени легирования (т.е. по суммарному количеству легирующих добавок) различают мало- (до 2,5 %), средне- (2,5…10 %) и высоколегированные (более 10 %) стали.

Маркировка стали обыкновенного качества

Применяется для изготовления конструкционных деталей неответственного назначения (несущие конструкции, корпусные детали, панели). Сталь углеродистую обыкновенного качества (ГОСТ 380–94) выпускают следующих марок: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп.

Структура марки стали обыкновенного качества:

• буквы Ст в марке обозначают «Сталь обыкновенного качества»;

• цифра после Ст – условный номер марки в зависимости от химического состава стали в ГОСТ 380–94. Иногда после этой цифры может стоять буква Г, означающая легирование стали марганцем до 1,5 % (другие легирующие добавки в сталях обыкновенного качества не используют);

• маленькие буквы в конце марки – степень раскисления («кп» – кипящая; «пс» – полуспокойная; «сп» – спокойная). Пример: Сталь Ст4кп – сталь обыкновенного качества № 4 по ГОСТ 380–94, кипящая.

Маркировка качественной стали.

Этот класс сталей отличается более высокой надежностью, чем сталь обыкновенного качества, и в отличие от высококачественной имеет умеренную цену, поэтому получил наиболее широкое применение в машиностроении.

Качественную сталь маркируют содержанием углерода и легирующих элементов. Обычно в стандарте на качественную сталь приводят варианты режимов ее термической обработки и получаемые при этом механические свойства.

Качественная конструкционная сталь маркируется содержанием углерода, указанным в сотых долях весового процента (обычно указывают значение, соответствующее середине марочного интервала).

Примеры. Сталь 08кп – сталь качественная конструкционная с содержанием 0,08 % углерода, кипящая.

Сталь 80 – сталь качественная конструкционная с содержанием 0,80 % углерода.

Качественная инструментальная сталь маркируется содержанием углерода, указанным в десятых долях процента (обычно указывают значение, соответствующее середине марочного интервала). Углеродистая (нелегированная) инструментальная сталь дополнительно маркируется буквой У, которая ставится перед числом, обозначающим содержание углерода.

Примеры. Сталь У8 – сталь качественная инструментальная с содержанием 0,8 % углерода, кипящая.

Сталь У13 – сталь качественная инструментальная с содержанием 1,3 % углерода.

Иногда трудно различить по назначению легированные стали со сходной маркой. Обычно предельное содержание углерода в инструментальных сталях не превышает 1,3 %. Такие высокоуглеродистые инструментальные стали обычно легируют только хромом.

Пример. Сталь 11Х, сталь 13Х – качественные инструментальные стали, легированные хромом до 1 % с содержанием углерода 1,1 % и 1,3 %, соответственно.

В некоторых марках легированной инструментальной стали в начале марки может быть не указано содержание углерода. В этом случае содержание углерода до 1 % (Это еще один признак инструментальной стали).

Пример. Сталь Х – сталь качественная инструментальная с содержанием до 1 % углерода, до 1 % хрома.

Содержание легирующих добавок в качественных легированных сталях (и конструкционных, и инструментальных) указывается русской прописной

буквой, обозначающей элемент (табл. 1), и стоящим после буквы числом, указывающим содержание вещества в весовых процентах (обычно указывают значение, соответствующее середине марочного интервала). Если после буквы, обозначающей легирующий элемент, число не стоит – его содержание менее (до) 1 %.

Таблица 1.

Маркировка легированных сталей

А (*внутри марки*) **а**зот	**А** (*в начале марки*) **а**втоматная	**А** (*в конце марки*) высоко- качественная	**Б** ниоб**и**й
В **в**ольфрам	**Г** мар**г**анец	**Д** ме**д**ь	**Е** се**л**ен
К **к**обальт	**Л** (*в конце марки*) **л**итейная	**М** **м**олибден	**Н** **н**икель
П ф(**п**х)осфор	**Р** (*внутри марки*) бо**р**	**Р** (*в начале марки*) **р**апидная (вольфрам)	**С** **с**илиций (кремний)
Т **т**итан	**У** **у**глеродистая инструментальная в 0,1 % С	**Ф** в(**ф**)анадий	**Х** **хром**
Ц **ц**ирконий	**Ч** ц(**ч**)ерий	**Ш** **ш**арикопод**ш**ипниковая сталь	**Ю** ал**ю**миний

Таблица 2.

Примерное назначение конструкционных сталей

Марка	Назначение
Ст1, Ст2	Неответственные корпусные детали (получаемые глубокой вытяжкой или сваркой)
Ст3пс, Ст3кп	Гнутые профили с толщиной листа 1…9 мм, уголки
Ст5пс, Ст5сп	Болты, гайки, ручки, штыри, тяги и др.
08кп, 10	Детали, изготовляемые холодной штамповкой и холодной высадкой (сложные корпуса, несущие конструкции)
30, 35	Детали, испытывающие небольшие напряжения (оси, шпиндели, звездочки, диски, валы)
40, 45	Детали, от которых требуется повышенная прочность (коленчатые и распредвалы, шатуны, зубчатые венцы)
50, 55	Зубчатые колеса, прокатные валки, штоки, валы, эксцентрики, малонагруженные пружины и рессоры
60, 70, 80	Детали с высокими прочностными и упругими свойствами (шпиндели, пружинные кольца)
09Г2, 09Г2С	Для деталей сварных конструкций
10ХСНД, 09Г2СЮ	Для деталей ответственных сварных конструкций повышенной прочности
15Х, 15ХФ	Хорошо цементуется. Валы распределительные, толкатели, мелкие детали, работающие в условиях износа при трении
18ХГТ, 20ХГР	Для цементуемых деталей, работающих на больших скоростях при высоких давлениях и ударных нагрузках (зубчатые колеса, шпиндели, кулачковые муфты, втулки и др.)
40Х, 45Х, 50Х	Улучшаемая сталь. Для деталей, работающих на средних скоростях и давлениях (зубчатые колеса, шпиндели в подшипниках качения, червячные валы)
45ХН, 50ХН	Аналогично применению стали 40Х, но для деталей больших размеров
60С2, 60С2А, 65Г	Для рессор из полосовой стали толщиной 3…16 мм и пружинной ленты толщиной 0,08…3 мм; для витых пружин из проволоки диаметром 3…16 мм. Обрабатываются резанием плохо. Максимальная температура эксплуатации 250 °С
50ХФА, 50ХГФА	Для ответственных пружин и рессор, работающих при повышенной температуре (до 300 °С) с многократными переменными нагрузками
65ГСА, 65С2ВА	Для ответственных высоконагруженных пружин и рессор из калиброванной стали и пружинной ленты

Таблица 3.

Примерное назначение инструментальных сталей

Марка	Назначение
У7, У7А	Для слесарно-монтажных инструментов – молотков, кувалд, бородок, отверток, плоскогубцев, острогубцев, боковых кусачек и др.
У8, У8А, У8Г, У8ГА, У9, У9А	Для изготовления инструментов, работающих без разогрева режущей кромки. Для калибров простой формы и пониженных классов точности. Для изготовления плоских и витых пружин и пружинящих деталей сложной конфигурации, мелких конструкционных деталей, в том числе для часов.
У11, У11А	Для штампов холодной штамповки небольших размеров и без резких переходов по сечению. Для калибров простой формы и пониженных классов точности. Для накатных роликов, напильников, шаберов слесарных и др.
У13, У13А	Для инструментов с пониженной износостойкостью при умеренных и значительных удельных давлениях (без разогрева режущей кромки); напильников, бритвенных лезвий и ножей, острых хирургических инструментов, шаберов, гравировальных инструментов
Х, 9Х18	Измерительные инструменты
ХВГ, Х12М, Х12Ф1	Штампы для холодной штамповки, валки для на-катки резьбы
4Х5В2ФС, 4Х5МФС	Штампы для вытяжки, прессования и высадки
5ХНВ, 5ХГСНВ	Молотовые и высадочные штампы
3Х12В12Ф, 2Х12В8К10	Формы для литья железных сплавов
Х6ВФ, 9Х5ВФ	Ножовочные полотна
Р12, Р6М3, Р9	Сверла, протяжки, долбяки, фрезы
Р18, Р14Ф4	Метчики, плашки резьбонарезные, сверла

Исключением являются подшипниковые стали типа ШХ15, в которых содержание хрома указано в десятых долях % (1,5 % Cr).

Примеры. Сталь 10ХСНД – сталь качественная конструкционная с содержанием 0,10 % углерода, хрома, кремния, никеля, меди до 1 % каждого.

Сталь 18Г2АФ – сталь качественная конструкционная с содержанием 0,18 % углерода, марганца 2 %, азота, ванадия до 1 % каждого.

Сталь 9ХС – сталь качественная инструментальная с содержанием 0,9 % углерода, хрома и кремния до 1 % каждого.

Сталь ХГ2ВМ – сталь качественная инструментальная с содержанием до 1 % углерода, марганца 2 %, вольфрама и молибдена до 1 % каждого.

При обозначении легирующих элементов буквами русского алфавита принято использовать «звучащие» буквы в их названии (выделены в табл. 1 скобками).

Таблица 4.

Примерное назначение коррозионностойких сталей и сплавов

Марка	Назначение
20Х13, 08Х13, 25Х13Н2	Для деталей с повышенной пластичностью, подвергающихся ударным нагрузкам и работающих в слабоагрессивных средах. Мартенситная сталь
14Х17Н2, 12Х13	Для различных деталей химической и авиационной промышленности. Феррито-мартенситная сталь
95Х18	Для деталей высокой твердости, работающих в условиях износа. Мартенситная сталь
09Х15Н8Ю, 07Х16Н6	Для высокопрочных изделий, упругих элементов
08Х10Н20Т2	Немагнитная сталь для деталей, работающих в морской воде, аустенитная немагнитная
03Х13АГ19	Для деталей, работающих в слабоагрессивных средах, а также при температурах до –196 °С
12Х18Н10Т, 03Х18Н12	Для сварных конструкций в разных отраслях промышленности, аустенитная немагнитная
15Х18Н12С4ТЮ	Для сварных изделий, работающих в воздушной и агрессивной средах, в концентрированной азотной кислоте
120Г10ФЛ, 130Г14ХМФАЛ	Аустенитная сталь для деталей, работающих в условиях износа с ударом, литейная

Некоторые марки сталей разрабатывали в специализированных отраслях машиностроения. Они имеют отличия от общих принципов маркировки сталей.

Стали, проходящие промышленные испытания, часто маркируют буквами ЭИ или ЭП (завод «Электросталь» Московской области), ДИ (завод «Днепроспецсталь»), ЗИ (Златоустовский завод) с соответствующим очередным номером плавки. Здесь буква И означает – исследовательская, а буква П – пробная. Некоторые удачные по свойствам стали сохраняют свою старую марку в промышленной практике.

Примеры. Сталь 03Х21Н21М (ЗИ35), сталь 10Х17Н13М3Т (ЭИ 432), сталь Р7Т (ЭП200), сталь 10Х13Г18Д (ДИ61).

Для изготовления подшипников качения разработана группа специальных шарикоподшипниковых сталей, которые обозначают буквой Ш в начале марки. Высокие требования к чистоте по вредным примесям в этих сталях относят их к категории высококачественных. В таких сталях содержание хрома указано в марке в десятых долях процента (сталь ШХ4, ШХ15, ШХ20СГ).

При высокоскоростном резании металлов широко применяют так называемые быстрорежущие (рапидные) стали. Они маркируются буквой Р в начале марки. Число, стоящее после этой буквы, обозначает содержание вольфрама в процентах.

Обычно кроме вольфрама эти стали легированы 4 % хрома и 1 % ванадия (старое название – сталь 18-4-1), но указывать их в характеристике стали не надо.

Пример. Сталь Р18 – высококачественная (см. ниже) быстрорежущая инструментальная сталь; содержание углерода до 1 %, 18 % вольфрама.

Маркировка высококачественной стали.

Стали этого класса обладают большой надежностью, сочетанием высокой прочности и стойкости против хрупкого разрушения, комплексом специальных свойств. Это достигается жестким контролем чистоты материала по вредным примесям и введением большого количества легирующих добавок. Они применяются для изготовления ответственных деталей, работающих в жестких условиях эксплуатации.

Маркировка высококачественных сталей похожа на качественные.

На высокое качество стали указывает буква А в конце марки или высокое суммарное содержание легирующих элементов (более 8…10 %). Высоколегированная сталь – высококачественная.

Примечание: если в марке стали очень много букв, обозначающих легирующие элементы, содержание которых до 1 %, – это качественная сталь (экономно легированная сталь 12ГН2МФАЮ).

Примеры. Сталь 90Х4М4Ф2В6Л – сталь высококачественная конструкционная с содержанием 0,90 % углерода, 4 % хрома, 4 % молибдена, 2 % ванадия, 6 % вольфрама, литейная.

Сталь 18Х2Н4ВА – сталь высококачественная конструкционная с содержанием 0,18 % углерода, хрома 2 %, никеля 4 %, вольфрама до 1 %.

Сталь Р18К5Ф2 – сталь высококачественная быстрорежущая инструментальная с содержанием углерода до 1 %, 18 % вольфрама, 5 % кобальта, 2 % ванадия.

Сталь 9Х18 – сталь высококачественная инструментальная с содержанием 0,9 % углерода, 18 % хрома.

Маркировка особо высококачественной стали

Для получения самого высокого комплекса различных свойств сталь выплавляют из чистых шихтовых материалов в вакуумно-индукционной печи (ВИП или ВИ). Другой способ – дополнительная очистка для максимального удаления вредных примесей – переплав. Существуют различные методы рафинирования стали: обработка расплавленной стали синтетическим шлаком (СШ), вакуумно-дуговой переплав (ВДП или ВД), электрошлаковый переплав (ЭШП или Ш) или их сочетание (ШД), электронно-лучевой переплав (ЭЛП) и плазменно-дуговой переплав (ПДП).

В марке особо высококачественной стали после обозначения химического состава через тире указывают тип выплавки или переплава.

Примеры. Сталь 01Х25-ВИ – сталь особо высококачественная с содержанием 0,01 % углерода, 25 % хрома, вакуумно-индукционной выплавки.

Сталь ШХ15-ШД – сталь особо высококачественная подшипниковая с содержанием углерода до 1 %, хрома 1,5 % после электрошлакового переплава с последующим вакуумно-дуговым переплавом.

Маркировка автоматной стали

Автоматная сталь предназначена для изготовления мелких винтов, гаек, шпилек и других конструкционных деталей неответственного назначения или работающих без ударных нагрузок.

Для обеспечения низкой себестоимости этих метизов они должны изготавливаться на металлорежущих станках – автоматах, которые устойчиво работают только при обработке охрупченной стали. Для получения хрупкой стружки на этих станках применяют автоматные стали, легированные серой до 0,3 % и фосфором до 0,16 % (обозначаются А), селеном (АЕ), кальцием (АЦ) или свинцом (АС).

Для автоматной стали металлургическое качество не указывают!

Примеры. Сталь А11 – сталь автоматная с содержанием 0,11 % углерода.

Сталь АСЦ30ХМ – сталь автоматная, легированная свинцом и кальцием с содержанием 0,30 % углерода, хрома и молибдена до 1 % каждого.

Примерное назначение различных марок сталей представлено в табл. 2 – 4.

Задание

Дать характеристику стали (варианты заданий в табл. 5):

1. Прочитать вслух марку стали.
2. Указать металлургическое качество стали.
3. Указать назначение стали.
4. Указать химический состав стали по марке.

Таблица 5.

Варианты задания

№ вар	Марки стали
1	Ст3Гпс, 20ХР, 12ХГНФАЮ, 2Х13В8К10, Р6М5, 14Х17Н2
2	Ст3кп, 50Г2, 15Г2СФ, 5ХНМ, Р12, 07Х13АГ20
3	Ст2кп, 38ХМЮА, 16Г2АФпс, 2Х12В3МФ, Р7Т, 08Х21Н6М2Т
4	Ст6сп, 40ХФА, 12Г2СМФ, 6ХНФ, Р9, 09Х15Н8Ю
5	Ст1сп, 50ХГ, 15ХГ2СФР, 9ХФ, Р6М3, 14Х18Н4Г4Л
6	Ст6пс, 20ХГР, 14ХГНСФР, 8Х4В4Ф, Р9М4, 12Х18Н12БЛ
7	Ст5сп, 50ХГА, 12ХГ2СМФ, 4Х5В4ФСМ, Р12М3, 31Х19Н9МВБТ
8	Ст4пс, 45ХН, 12ХГНФАЮ, 2Х12В7К5, Р18Ф2, 15Х23Н18Л
9	Ст1сп, 60С2ХА, 15ГСМХР, ХГ3М, Р14Ф4, 12Х18Н12М3Т
10	Ст4пс, 40ХН3А, 14Х2ГМР, У11А, Р9Ф5, 12Х25Н5ТМФЛ
11	Ст5Гпс, 18ХГТ, 14ГНФБАЮ, 4ХНМ, Р6М5Ф3, 120Г10ФЛ
12	Ст6пс, 40ХС, 09Г2СЮЧ, 4Х13, Р5М4Ф4, 20Х21Н46В8РЛ
13	Ст2сп, 50ХН, 10ХСНД, Х6ВФ, Р18Ф3, 10Х18Н11БЛ
14	Ст3пс, 85, 15ХСНД, 9Г2Ф, Р14Ф4, 110Г13ФТЛ
15	Ст4 пс, 50ХФА, 15ГФ, ХВГ, Р9Ф5, 110Г13Х2БРЛ
16	Ст3сп, 70, 09Г2С, ХВСГ, Р12Ф3, 15Х18Н22В6М2Р
17	Ст5пс, 60С2Н2А, 15Г2АФДпс, У10А, Р9К10, 10Х18Н9Л
18	Ст3кп, 70С2ХА, 12ГН2МФАЮ, Х12Ф1, Р18К5Ф2, 10Х18Н3Г3Д2Л
19	Ст3Гсп, 70С3А, 12Г2АМФ, 6Х2С, Р10К5Ф5, 130Г14ХМФАЛ
20	Ст6пс, 65ГС, 15ХСНД, 9ХВФ, Р12Ф4К5, 15Х18Н22В6М2
21	Ст2пс, 35ХМ, 16Г2АФД, 7ХГ2ВМ, Р10М4Ф3К10, 09Х16Н4БЛ
22	Ст3сп, 45Г2, 12ГН2МФАЮ, 3Х2В8Ф, Р18Ф2К5, 09Х17Н3С
23	Ст4кп, 50ХГФА, 18Г2АФДпс, У13А, Р18Ф2К8М, 10Х17Н10Г4МБЛ
24	Ст4сп, 12Х5МА, 12ХГН2МБАЮ, 6ХС, Р15Ф2К5, 08Х17Н34В5Т3Ю2Р
25	Ст1кп, 08кп, 15Х2ГН2ТА, 4Х5МС, Р10Ф5К5, 07Х17Н16ТЛ
26	Ст1пс, 38ХА, 12ГН2МФАЮ, 4Х3ВМФС, Р2М8К5, 07Х18Н9Л
27	Ст4кп, 15ХФ, 12Г2СМФЮ, 9ХФ, Р14Ф4, 08Х14Н7М
28	Ст0, 65С2ВА, 12Г2АМФ, 4Х5В2ФС, Р9Ф5, 16Х18Н12С4ТЮЛ

Литература

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение. / Ю.М. Лахтин Ю.М., В.П. Леонтьева. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. 528 с.
2. Геллер Ю.А. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи: учеб. пособие для вузов / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. 6-е изд., перераб. и доп. М.:Металлургия, 1989. 456 с.

Артеменко Александр Александрович

Коноплянкин Сергей Владимирович

МАРКИРОВКА И НАЗНАЧЕНИЕ СТАЛЕЙ

Ответственный за выпуск Артеменко А.А.
Оригинал-макет Коноплянкин С.В.

Подписано в печать _____
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать RISO.
Объем _____ Тираж _____ Заказ № _____

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.