МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Кубанский государственный аграрный университет

имени И.Т. Трубилина

**Е. А. Шапиро**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению расчетно-графической работы

по дисциплине «**Конструкционные и защитно-отделочные материалы**»

для студентов направления подготовки 23.05.01 – Технические средства агропромышленного комплекса



Краснодар

2017

УДК 629.113.004(076)

ББК 30.82я7

Ш 23

Рецензент:

доктор технических наук, профессор *Курасов В.С.*

**Шапиро Е. А.**

Ш 23 Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Конструкционные и защитно-отделочные материалы» / Е. А. Шапиро. ‑ Краснодар: КГАУ, 2017. ‑ 10 с.

В методических указаниях изложена расчетно-графическая работа (РГР) в соответствии с теоретическим курсом дисциплины «Конструкционные и защитно-отделочные материалы».

В РГР даны методические указания, примеры выполнения задания, форма отчета и контрольные вопросы для допуска и защиты работы.

**УДК 629.113.004(076) ББК 30.82я7**

© Е.А. Шапиро, 2017

© Оформление. КубГАУ, 2017

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ**

*Цель работы:* изучение классификации, состава и маркировки сталей и чугунов.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

В различных отраслях промышленного производства наибольшее применение получили чёрные металлические сплавы - стали и чугуны.

*Сталь -* сплав железа (основа) с углеродом (до 2,14%), всегда содер­жит в определенных количествах постоянные примеси: марганец, кремний, серу, фосфор и газы (кислород, азот, водород).

*Чугун -* сплав железа с углеродом (более 2,14% до 6,67%). Чугун также содержит постоянные примеси и газы.

И в стали, и в чугуны вводят различные легирующие элементы с це­лью повышения механических характеристик и получения специальных свойств.

**2. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ**

*Стали классифицируют* по следующим признакам: химическому со­ставу, способу производства, качеству, степени раскисления, назначению и структуре.

*По химическому составу* различают стали углеродистые и легированные. Сталь, содержащая железо, углерод и постоянные примеси в количестве до 0,5-0,8%Мn; 0,3-0,4%Si (содержание серы и фосфора определяются качеством стали) называется *углеродистой.*

Если же в процессе выплавки стали к ней добавляют легирующие элементы - хром, никель, ванадий и др., а также марганец и кремний в по­вышенном количестве по сравнению с углеродистой, то такую сталь назы­вают *легированной.*

*Углеродистые стали* по содержанию в них углерода подразделяют на низкоуглеродистые (до 0,3 % С), среднеуглеродистые (0,3 - 0,7%С) и высокоуглеродистые (более 0,7 % С).

Легированные стали в зависимости от наличия в них легирующих элементов называют хромистыми, кремнистыми, хромоникелевыми и т.п., а в зависимости от общего содержания легирующих элементов подразделяют на низколегированные - до 3 %, среднелегированные от 3 до 10 % и высоколегированные - более 10 %.

*По способу производства* различают стали мартеновские (выплавка в мартеновских печах) – переработка чугуна, металлического лома и отходов металлургического производства; бессемеровские (конвертерные) – выплавляемые в конверторах с продувкой кислородом, однородны по составу, имеют низкое содержание азота, серы и фосфора; электростали, выплавляемые в электрических печах, по качеству превосходят все остальные виды и, наконец, стали особых методов выплавки (индукционный нагрев, магнитное перемешивание и т.д.).

*По качеству* стали классифицируют на обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

Критерием качества стали является, главным образом, содержание вредных примесей - серы и фосфора. Стали обыкновенного качества содержат до 0,060 % S и 0,070 % Р, качественные - до 0,040 % S и 0,035 % Р, высококачественные - не более 0,025 % S и 0,025 % Р, а особо высококачественные - не более 0,015 % S и 0,025 % Р.

Необходимо отметить, что углеродистые стали могут быть обыкно­венного качества и качественные, а легированные только качественные или высококачественные (особо высококачественные).

*По степени раскисления* стали делят на спокойные (сп) - полностью раскисленные ферромарганцем, феррокремнием и алюминием; кипящие (кп) - частично раскисленные только ферромарганцем, в ней сохраняется много окиси железа, которая взаимодействует с углеродом, выделяя газ СО (пузырьки газа создают впечатление “кипения”); полуспокойные (пс) – раскисленные ферромарганцем и алюминием – промежуточное положение между кипящей и спокойной сталями. Степень раскисления стали указывается в конце обозначения марки, например, Ст3кп, БСт2пс, ВСт1сп.

*По назначению* стали подразделяют на конструкционные (для изготовления деталей машин и конструкций), инструментальные (для различного рода инструмента) и специальные стали с особыми свойствами (с коэффициентом расширения, магнитные и др.).

*Маркировка сталей*

Для сталей в России принята буквенно-цифровая маркировка. Цифры и буквы указывают на приблизительный состав стали.

1. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества в соответствии с ГОСТ380-88 поставляют трех групп:

- группа А - с гарантируемыми структурой и механическими свойствами ();

- группа Б - с гарантируемым химическим составом, допускается наличие хрома, никеля, меди в количестве не более 0,30 % каждого элемента;

- группа В - с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом.

Маркируют стали обыкновенного качества буквами Ст и условным номером от 0 до 6.

Если сталь относится к группе А, то обозначение группы в марке не указывают: СтО, Ст1, Ст2...Ст6.

Если сталь относится к группе Б, то в начале марки ставят букву "Б": БСтО, БСт1 ... БСт6.

Стали группы В маркируют: ВСт1, ВСт2 ... ВСт5.

Стали всех групп с номером марок 1 - 4 производят кипящими, полуспокойными и спокойными, а с номерами 5 и 6 - только полуспокойными и спокойными.

Стали обыкновенного качества используют для изготовления листов, полос, прокатных профилей, труб, а также для деталей в мостостроении и судостроении.

2. Углеродистые качественные конструкционные стали (ГОСТ1050-88) обозначают двузначным числом, показывающим среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента. Например, стали марок 08, 20, 45 содержат в среднем соответственно 0,08%; 0,20%; 0,45% углерода.

Из них может быть изготовлена большая номенклатура деталей от шайб, втулок, шестерён, шпинделей, шатунов до деталей, работающих в условиях трения (рессоры и пружины).

3. Углеродистые качественные инструментальные стали (ГОСТ1435-90) маркируют следующим образом: впереди ставят букву У, за ней цифру (от 7 до 13), указывающую среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, сталь марки У9 содержит в среднем 0,9 % С; У12 - 1,2 % С и т.д.

Для высококачественных углеродистых инструментальных сталей в конце обозначения марки стали ставят букву А. Например, У7А, У13А.

Из этих сталей может быть изготовлен режущий инструмент – резцы, напильники и др., работающий с небольшими скоростями резания, а также штампы для холодного деформирования для обработки малопрочных материалов.

4. Легированные конструкционные стали (ГОСТ 4543-71) маркируют двухзначным числом, показывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента, далее следуют буквы и цифры. Буквы обозначают легирующие элементы (например, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ю – алюминий). Цифры после букв показывают примерное содержание соответствующего легирующего элемента в целых процентах. Если цифра после буквы отсутствует, это означает, что содержание данного легирующего элемента в стали составляет примерно 1 %. Для высококачественных сталей в конце обозначения марки ставят букву А. Например, сталь марки 12Х2Н4А содержит в среднем 0,12 % С, 2 % Сr, 4 % Ni и является высококачественной.

Конструкционные легированные стали широко применяются в автомобильной промышленности, строительстве и тяжёлом машиностроении для деталей машин и механизмов, работающих в условиях сложного нагружения под действием статических, динамических и знакопеременных нагрузок.

5. Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950-73) маркируют однозначным числом, показывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента, далее следуют буквы и цифры. Принцип обозначения легирующих элементов и их содержание в этих сталях аналогичен с маркировкой конструкционных. Если же сталь начинается с буквы (кроме буквы У), то в стали около 1 % С. Например, сталь марки 9ХС содержит в среднем 0,9 % С, 1 % Cr, 1 % Si; сталь марки ХВГ содержит  1 % С, 1 % Cr, 1 % W, 1 % Mn.

Инструментальные легированные стали применяют для изготовления всех видов инструментов: режущего (резцы, развёртки, протяжки), штампованного (штампы для холодного и горячего деформирования), измерительного (калибры, меры, шаблоны).

6. Специальные стали это высоколегированные стали, в которых содержание легирующих элементов более 10 %, обладающие особыми свойствами, например, коррозионностойкие стали (ГОСТ 5632-72), обладающие высокой химической стойкостью в агрессивных средах. В состав коррозионностойкой стали обязательно входят хром и никель, причём содержание хрома должно быть более 12 %, а маркировка сохраняет принципы маркировки легированных сталей: сталь марки 17Х18Н9 содержит 0,17 % С, 18 % Cr, 9 % Ni.

Эти стали применяют для изготовления клапанов гидропрессов, лопаток турбин, карбюраторных игл и других деталей машин, подвергающихся действию атмосферных осадков, воды, водных растворов солей и других агрессивных сред при комнатной температуре или до 4000 С.

Некоторые специальные стали имеют маркировку, отличающуюся от вышеизложенных правил:

- углеродистые автоматные стали (ГОСТ 1414-75) с повышенным содержанием серы и фосфора, а иногда с добавлением небольшого количества Pb, Ca, Mn и др., обладающие хорошей обрабатываемостью резанием, применяют для изготовления деталей на металлорежущих станках-автоматах. Автоматные стали маркируют буквой А и цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента; например, А12 - автоматная сталь с содержанием углерода в среднем 0,12%;

- шарикоподшипниковые стали (ГОСТ 801-83) применяют для изготовления подшипников качения и других деталей, работающих в условиях трения, должны обладать высокой контактной прочностью и износостойкостью, содержат около 1 % С с обязательным наличием хрома (0,4-1,9 %). Шарикоподшипниковые стали маркируются буквой “Ш”, далее буква “Х” – хром, содержание которого указывается в десятых долях процента. Из этих сталей изготавливают шарики и ролики подшипников, подшипниковые кольца, корпуса и направляющие;

- быстрорежущие стали (ГОСТ 19265-73) применяют для изготовления режущего инструмента (резцы, свёрла, фрезы и т.д.), работающего при высоких скоростях резания. Марки этих сталей обозначают русской буквой Р (rapid - быстрый), а следующая за ней цифра указывает среднее содержание основного легирующего элемента вольфрама в процентах. Например, Р18 - быстрорежущая сталь, содержащая около 1 % С и 18 % W, а также 4 % Сr и около 2,5 % V, но это не внесено в марку;

- стали, применяемые для получения отливок (ГОСТ 977-88), имеют в своем обозначении букву Л. Например, 15Л - сталь для отливок, содержащая в среднем 0,15 % С. Из этих сталей отливают втулки, шестерни и т.д.

**3. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЧУГУНОВ**

Как уже отмечалось выше, по сравнению со сталью, чугун имеет более высокое содержание углерода (практически от 2 до 4 %). Углерод в чугуне может находиться в двух состояниях: в связанном - в виде химического соединения Fе3С, которое называется цементит, либо в свободном - в виде графита.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- *белый чугун, в* котором весь углерод находится в связанном состоянии. Название он получил по цвету излома. Имеет высокую твердость, хрупкость, практически не поддается обработке резанием и поэтому не нашел применения в качестве конструкционного материала и используется для передела в сталь и ковкий чугун;

- *серый чугун,* в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита пластинчатой формы, а остальная часть - в связанном состоянии в виде карбида железа Fе3С. В изломе имеет темно-серый цвет. Серый чугун маркируется (ГОСТ 1412-85) буквами СЧ с добавлением цифры, которая указывает предел прочности чугуна при растяжении (). Например, СЧ20 - серый чугун, имеющий =200МПа или 20кгс/мм2.

Серый чугун широко применяется в машиностроении как конструкционный материал для изготовления станин станков, тормозных барабанов, поршневых колец и т.д.;

- *ковкий чугун,* в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита хлопьевидной формы. Ковкий чугун маркируют (ГОСТ 1215-59) буквами КЧ и двумя числами. Первое обозначает предел прочности при растяжении () в кг/мм2, второе - относительное удлинение (), %. Например, КЧ35-10 - ковкий чугун, имеющий =350МПа (35кгс/мм2) и =10%;

Ковкие чугуны имеют более высокие характеристики пластичности по сравнению с другими чугунами (но это не значит, что его можно ковать). Применяется ковкий чугун для изготовления деталей, работающих при средних и высоких статических нагрузках (картеры автомобиля, ступицы, кронштейны, муфты и т.д.);

- *высокопрочный чугун,* в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита шаровидной формы. Имеет самые высокие прочностные свойства по сравнению с другими чугунами. Применяется для деталей машин, рабо­тающих в тяжелых условиях (в тяжёлом машиностроении – шабот молота, траверс пресса, прокатные валки и т.д.). Высокопрочный чугун маркируется (ГОСТ 7293-85) буквами ВЧ и цифрами, обозначающими предел проч­ности чугуна при растяжении (), например, ВЧ50 - высокопрочный чугун, имеющий =500МПа (50кгс/мм2).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание по классификации и маркировке сталей и чугунов (таблица 1).

2. Расшифровать обозначение каждой марки стали и чугуна. Указать, какой является сталь по содержанию углерода (низко-, средне- или высокоуглеродистой), по степени легированности (низко-, средне- или высоколегированной), качеству, назначению. Результат работы свести в таблица 2.

3. Представить преподавателю оформленный отчет по работе и ответить на контрольные вопросы.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.

2. Краткое описание системы классификации и маркировки сталей и чугунов.

3. Результаты выполнения задания (таблица 2).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сталь, чугун и их характеристики?

2. Как классифицируются стали по химическому составу?

3. Как классифицируются стали по содержанию углерода?

4. Как классифицируются стали по степени легированности?

5. Как можно подразделить стали по назначению?

6. Как классифицируются стали по способу производства, степени раскисления?

7. Как маркируются углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные стали?

8. Как маркируются углеродистые инструментальные стали?

9. Что такое легированная сталь?

10. Как маркируются легированные стали?

11. Что такое белый, серый, высокопрочный и ковкий чугуны, их характеристики, назначение?

12. Как маркируются серые, высокопрочные и ковкие чугуны?

13. В чём заключается основное отличие структуры белых и серах чугунов, причины этого отличия?

ЛИТЕРАТУРА

1. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. - М.: Высшая школа, 2000.

2. Дриц М.Е. и др. Технология конструкционных материалов и материаловедение. - М.: Высшая школа, 1990.

3. Марочник сталей и сплавов /Под ред. В.Г. Сорокина и др. - М.: Машиностроение, 1989.

4. Технология конструкционных материалов /Под ред. А.М. Дальского, -М.: Машиностроение, 1990.

5. Вернер А.К., Курбатова И.А., Парфеновская О.А. Краткий курс лекций по ТКМ.-МГИУ, 2005.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ

*Таблица 1 ‑ Некоторые марки сталей и чугунов, применяемых в промышленности*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№*  *варианта* | *Марки сплавов для изучения* | | | | | |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14 | Ст0;  Ст1пс;  Ст2кп;  Ст3;  БСт1кп;  БСт2пс;  БСт3;  Ст5;  Ст6;  БСт3кп;  ВСт4сп;  БСт5пс;  ВСт5сп;  БСт6пс; | 08кп;  10;  15;  20;  25;  30;  35;  40;  45;  55;  60;  09Г2;  14Г2;  15ГФ; | 09Г2;  09Г2С;  30ХГТ;  12Х2Н4А;  25ХГМ;  40ХН;  38ХМА;  20Х;  12ХН3А;  38ХГН;  30ХГСА;  У7;  ШХ15;  ШХ20СГ; | У7;  У7А;  У8;  У8А;  У9;  У9А;  У10;  У10А;  У12;  У12А;  Р9;  12Х18Н9Т;  У13;  У13А; | СЧ10;  15Л;  20Л;  25Л;  30Л;  35Л;  40Л;  ВЧ45;  ВЧ50;  ВЧ60;  20Х13;  40Л;  35Л;  30Л; | 40ХЛ;  СЧ15;  СЧ20;  СЧ25;  СЧ30;  СЧ35;  ВЧ40;  35ГЛ;  40ХЛ;  КЧ60-3;  КЧ30-6;  КЧ63-2;  КЧ50-4;  КЧ45-6; |
| 15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28 | ВСт6;  БСт4;  ВСт1сп;  Ст2пс;  Ст4кп;  БСт2кп;  БСт3;  БСт6пс;  ВСт5сп;  БСт5пс;  ВСт4сп;  БСт3кп;  Ст6;  Ст5; | 17ГС;  35ГС;  09Г2С;  25Г2С;  15Х;  20Х;  30Х;  35Х;  38ХА;  40Х;  40Г;  35ГС;  60С2;  09Г2; | ШХ15СГ;  40ХФА;  50ХФА;  65;  18ХГТ;  15Г;  70;  60Г;  75;  ШХ15СГ;  30ХМ;  55С2;  У9;  12ХН3А; | Х12М;  ХВГ;  Р18;  30Х13;  60Г;  9ХС;  50ХФА;  08Х17Т;  У12;  70;  У10;  У9А;  Х12Ф1;  У9; | 12Х13;  25Л;  СЧ30;  У13А;  У13;  20Х13;  Р9;  ХВГ;  СЧ10;  08Х18Н10;  40Л;  12Х18Н9Т;  25Л;  35Л; | КЧ35-10;  КЧ33-8;  35ГЛ;  КЧ60-3;  КЧ63-2;  КЧ50-4;  КЧ45-6;  КЧ35-10;  40ХЛ;  КЧ30-6;  ВЧ60;  ВЧ50;  ВЧ45;  ВЧ40 |

*Таблица 2 ‑ Результаты работы по классификации и маркировке сталей и чугунов*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Марка мате-риала* | *Наименование материала* | *Расшифровка материала* | *Качество стали* | *Назначение материала* |