

Министерство образования и науки Самарской области  
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области  
«Большеглушицкий государственный техникум»

ОП.06 Материаловедение

Методические указания для студентов  
по выполнению практических занятий  
по специальности 35.02.06 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

с. Большая Глушица, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Примерный тематический план	3
2.	Практические занятия	4
3.	Практическое занятие № 1. Расшифровка различных марок сталей и чугунов.	4
4.	Практическое занятие №2. Расшифровка различных марок легированных сталей	9
5.	Практическое занятие №3. Расшифровка марок цветных сплавов	16
6.	Практическое занятие №4. Выбор марки материала для конкретных условий	24
7.	Практическое занятие №5. Резка металла	33
8.	Практическое занятие №6. Гибка металла	40
9.	Практическое занятие №7. Правка металла	45
10.	Список используемой литературы	50

## 1. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

<b>№ п/п</b>	<b>Название практической работы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Практическое занятие № 1. Расшифровка различных марок сталей и чугунов.	1
2	Практическое занятие №2. Расшифровка различных марок легированных сталей	1
3	Практическое занятие №3. Расшифровка марок цветных сплавов	1
4	Практическое занятие №4. Выбор марки материала для конкретных условий	1
5	Практическое занятие №5. Резка металла	1
6	Практическое занятие №6. Гибка металла	1
7	Практическое занятие №7. Правка металла	1

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 2.1 Практическое занятие №1

**Тема: Расшифровка марок различных сталей и чугунов по заданным условиям**

**Цель: Изучение принципов обозначения марок сталей и чугунов**

**Задание:**

- Ознакомиться с методикой маркировки различных марок сталей и чугунов по методическим указаниям
- Дать расшифровку марок сталей и чугунов по карточке индивидуального задания

#### 2.1.1 Краткие теоретические сведения

##### Маркировка чугуна

Чугун – сплав железа с углеродом, содержащий более 2,14% углерода, постоянные примеси. Они мало пластичны, не прокатываются и не куются. 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 (НВ 450-550) и, как следствие этого, они очень хрупкие и для изготовления деталей машин не используются.

**В сером чугуне** углерод находится в виде графита пластинчатой формы. Серые чугуны, маркируются буквами "СЧ" и цифрами, характеризующими величину предела прочности (временного сопротивления)  $\sigma_B$  при испытаниях на растяжение в МПа·10<sup>-1</sup>.

**Пример:**

СЧ 10; СЧ 15; СЧ 20; СЧ 25; СЧ 30; СЧ 35.

СЧ 25 – серый чугун,  $\sigma_B = 250$  МПа

**Высокопрочные чугуны.** Отличительной особенностью высокопрочного чугуна являются его высокие механические свойства, так как структура углерода в нем - шаровидный графит, маркируются высокопрочные чугуны буквами "ВЧ" и цифрами, характеризующими величину временного сопротивления при испытаниях на растяжение  $\sigma_B$  в МПа·10<sup>-1</sup>.

П р и м е р:

ВЧ 10; ВЧ 15; ВЧ 20; ВЧ 25; ВЧ 30; ВЧ 35.

ВЧ 50 – высокопрочный чугун,  $\sigma_B = 500$  МПа

Высокопрочные чугуны с вермикулярным графитом, маркируются буквами "ЧВГ" и цифрами, характеризующими временное сопротивление при испытаниях на растяжение  $\sigma_B$  в МПа·10<sup>-1</sup>.

П р и м е р:

ЧВГ 30; ЧВГ 35; ЧВГ 40; ЧВГ 45.

ЧВГ 40 – чугун с вермикулярным графитом  $\sigma_B$   
= 400 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, маркируются ковкие чугуны буквами "КЧ" и цифрами, первая характеризует величину временного сопротивления при испытаниях на растяжение  $\sigma_B$  в МПа·10<sup>-1</sup>, вторая – относительное удлинение в %.

П р и м е р:

КЧ 33-8; КЧ 37-12; КЧ 55-4; КЧ 65-3.

КЧ 55-4 – ковкий чугун,  $\sigma_B = 550$  МПа,  $\delta = 4\%$

### **Маркировка стали**

Стали продолжают оставаться важнейшими конструкционными и инструментальными материалами, применяемыми в различных отраслях промышленности.

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.

**Углеродистая сталь обыкновенного качества** обозначается 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. В зависимости от назначения и свойств углеродистые стали обыкновенного качества бывают трех групп: А, Б, В. Например, сталь группы А: Ст0, Ст1кп, Ст1пс и т.д. Индексы, стоящие справа от номера марки, означают: кп – кипящая сталь; пс – полуспокойная сталь; сп – спокойная сталь. Между индексом и номером марки может стоять буква Г, что означает повышенное содержание марганца. Например, Ст5Гпс. В обозначение марок слева от букв Ст указывается группа стали Б или В. Группа А в маркировке не указывается. Например: БСт1кп, ВСт2пс.

**Сталь обыкновенного качества** подразделяется на категории. Категорию обозначают соответствующей цифрой правее индекса степени раскисления. Например, Ст5Гпс3 – сталь группы А, марки Ст5, с повышенным содержанием марганца, полуспокойная, третьей категории.

**П р и м е р :** Сталь Ст4кп – сталь обыкновенного качества (неверно говорить – обычного!) № 4 по ГОСТ 380–2005, кипящая.

**Сталь углеродистая качественная** конструкционная отличается меньшим содержанием серы, фосфора и других вредных примесей, более узкими пределами содержания углерода в каждой марке и более высоким содержанием кремния и марганца.

Сталь маркируют двухзначными числами, которые обозначают содержание углерода в сотых долях процента. По степени раскисления сталь подразделяют на кипящую, полуспокойную и спокойную. У спокойной стали индекс не указывают. Буква Г в марках стали указывает на повышенное содержание марганца (до 1%). Например, 05, 08, 10, 15, 20, и т. д. до 60, 60Г, 70Г.

**П р и м е р:** 08кп – сталь качественная конструкционная с содержанием 0,08 % углерода, кипящая.

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

**Углеродистая инструментальная сталь** обозначается буквой У и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента, например У7, У10, У12 и т.д. Буква А после цифр обозначает, что сталь высококачественная – У8А.

**П р и м е р:** У8 – сталь качественная инструментальная с содержанием 0,8 % углерода, кипящая.

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

### **2.1.2 Варианты заданий Задание:**

1. Ознакомиться с методикой маркировки различных марок сталей и чугунов по методическим указаниям
2. Дать расшифровку марок сталей и чугунов по заданию в таблице

<b>1 вариант</b>	<b>2 вариант</b>
<b>Марка стали и чугуна</b>	<b>Марка стали и чугуна</b>
ВСт2кп	45

У11	15пс
У8А	Ст3кп
60Г	БСт0
Ст3Гсп	У10Г
20пс	ВСт4кп
50	10кп
КЧ 65-3	КЧ 33-8
ВЧ38-17	ВЧ45-5
ВЧ35-22	ВЧ120-4
СЧ40	СЧ 30
СЧ 20	СЧ 15
БСт3кп	КЧ45-7
ВСт4сп	СЧ15
25	ВСт2сп
05кп	80
65Г	У8А
У11	ВЧ 40
Ст5Гпс	КЧ33-8
У7	ВЧ70-3
08	Ст2пс

### Вопросы для самоконтроля:

1. Какой сплав называют углеродистой сталью?
2. Как маркируют углеродистые стали обыкновенного качества?
3. На какие группы делятся стали по назначению?
4. Какая буква в марках стали указывает на повышенное содержание марганца?
5. Объясните принципы маркировки инструментальных сталей
6. Объясните принципы маркировки чугунов



7. На какие группы делятся чугуны в зависимости от формы графитовых включений?
8. Какие чугуны получают путем длительного отжига заготовок из белого чугуна?

**Рекомендуемая литература:** [1], [4], [7-13]

## **2.2 Практическое занятие № 2**

**Тема: Расшифровка различных марок легированных сталей**

**Цель: Закрепить знания по условному обозначению марок легированных сталей согласно ГОСТ**

**Задание:**

- Ознакомиться с методикой маркировки легированных сталей по методическим указаниям
- Дать расшифровку марок легированных сталей по заданию

### **2.2.1 Краткие теоретические сведения**

**Легированными** называют стали, в которых кроме обычных примесей, железа и углерода содержатся специально вводимые в определённых сочетаниях легирующие элементы (хром, никель, молибден и др., а также марганец и кремний в количествах, превышающих 0,8...1,2 %), с целью придания сталям определенных свойств.

В зависимости от суммарного содержания легирующих элементов легированные стали делят на:

- низколегированные (содержание легирующих элементов в сумме не более 2,5 %);
- легированные (от 2,5 до 10 %); ➤ высоколегированные (более 10 %).

По назначению легированные стали делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения.

В России и странах СНГ принята буквенно-цифровая система, согласно которой цифрами обозначается содержание элементов стали, а буквами — наименование элементов.

**Легированные конструкционные стали** маркируются цифрами и буквами, например, 15Х, 10Г2СД, 20Х2Н4А и т.д. Двухзначные цифры, приводимые в начале марки, указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы русского алфавита обозначают легирующий элемент, а цифры после букв – его содержание в процентах. Отсутствие цифры указывает, что содержание легирующего элемента составляет до 1,5 % и менее. (табл. 2.1)

Таблица 2.1 – Обозначение легирующих элементов при маркировке стали

<b>Буквенное обозначение</b>	<b>Расшифровка</b>
А	азот (N) (в середине)
Б	ниобий (Nb)
В	вольфрам (W)
Г	марганец (Mn)
Д	медь (Cu)
Е	Селен (Se)
К	кобальт (Co)
М	молибден (Mo)
Н	никель (Ni)
П	фосфор (P)
Р	бор (B)
С	кремний (Si)
Т	титан (Ti)
Ф	ванадий (V)
Х	хром (Cr)
Ю	алюминий (Al)

Основная масса легированных конструкционных сталей выплавляется **качественными** (например, 30ХГС).

**Высококачественные легированные стали** обозначаются буквой "А", помещённой в конце марки (например, 30ХГСА).

**Особовысококачественная сталь** обозначается буквой «Ш», располагаемой в конце марки (например, 30ХГС-Ш, 30ХГСА-Ш). Если буква «А» расположена в середине марки (например, 16Г2АФ), то сталь легирована азотом. При обозначении **литойной легированной стали** к марке конструкционной легированной стали добавляется буква «Л», которая ставится в конце обозначения, например, 15ГЛ, 40ХНЛ и т.д.

В марках **легированных инструментальных сталей**, например 9ХФ, 7ХЗ, 3Х2В8Ф и др., цифра в начале марки указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента, если его содержание менее 1 % (ГОСТ 5950-2000) . При содержании углерода в сталях более 1 % цифру не пишут. Расшифровка марок инструментальных сталей по содержанию легирующих элементов такая же, как для конструкционных сталей. Все инструментальные легированные стали всегда высококачественные и поэтому в обозначениях этих сталей буква «А» не ставится.

**Инструментальные легированные стали** используют для изготовления:

а) режущего и измерительного инструмента (7ХФ, 9ХФ, 9ХС, 9ХВГ, 9Х5ВФ, Р6М5, Р9, Р12, Р18, Р6МЗ, Р9К5, Р9К10, Р18К5Ф2 и др.). Буква «Р» в сталях обозначает «быстрорежущая», цифра, стоящая после буквы «Р», указывает на содержание вольфрама в процентах (от 8 до 19%);

б) штампов холодного и горячего деформирования и накатного инструмента (Х6ВФ, 9Х1, Х12Ф1, ХВГ, 3Х2В8Ф, 4Х8В2,5ХНВС, 4ХС, В2С, 6Х6ВЗМФС, 8Х4ВЗМЗФ2 и др.).

**Стали специального назначения** – это стали, обладающие специальными свойствами – например, жаропрочные, жаростойкие, коррозионно-стойкие и т.д.

**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. Хромоникелевые нержавеющие имеют большую коррозионную стойкость, чем хромистые стали, обладают повышенной прочностью и хорошей технологичностью в отношении обработки давлением. Например, 95Х18, 30Х13, 08Х17Т, 12Х18Н10Т, 08Х10Н20Т2.

**Автоматные стали.** Характерной особенностью автоматных сталей является хорошая обрабатываемость резанием на металлорежущих станках. Это достигается в первую очередь повышением в автоматных сталях содержания серы до 0,15-

0,35% и фосфора до 0,10-0,15%. Безусловно эти элементы ухудшают механические свойства сталей, зато производство выигрывает в затратах на механическую обработку, так как получает возможность изготавливать неотчетливый крепеж (болты, винты, гайки) и мелкие детали в условиях массового производства на быстроходных автоматических линиях. Автоматными сталями являются как углеродистые, так и легированные стали. Маркируются автоматные стали буквой «А», которая ставится в начале марки перед указанием количества углерода: А12, А20, А30 и т.д. Помимо этих основных элементов (S и P) в автоматные стали вводят свинец, селен, кальций. Введение этих элементов находит отражение в написании марки. Свинец обозначается буквой «С», а кальций буквой «Ц». Обе эти буквы ставятся после буквы «А» и перед цифрой, обозначающей углерод в марке. Свинецсодержащие марки: АС14, АС40, АС35Г2, АС45Г2, АС30ХМ, АС40ХГНМ. Свинец вводится в количестве 0,15-0,30%. Кальцийсодержащие марки: АЦ20, АЦ40, АЦ60, АЦ40Х, АЦ35Г2, АЦ30ХМ и др. Количество кальция в марке ничтожно мало: 0,001-0,007%, т.е. не превышает одной сотой процента. А селен, обозначаемый в марке буквой «Е», ставится в

конце марки: А35Е, А45Е, А40ХЕ. Количество селена не превышает десятой доли процента.

**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.

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

**Судостроительные стали.** По уровням прочности углеродистые судостроительные стали подразделены на стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Сталь нормальной прочности (временное сопротивление 400520 МПа, минимальный предел текучести – 235МПа, минимальное относительное удлинение 22% в зависимости требуемой минимальной величины работы удара при заданной температуре испытания подразделяется на 4 категории: А, В, D, Е. Сталь категории А при  $S \leq 50$  мм должна обеспечить работу удара для продольных образцов не ниже 27Дж при 20°C, сталь категории В – не ниже 27Дж при 0°C, сталь категории D - не ниже 27Дж при -20°C, сталь категории Е - не ниже 27Дж при -40°C ( $S \leq 50$  мм), не ниже 34 Дж при -40°C ( $50 \leq S \leq 70$  мм), не ниже 41 Дж при 40°C ( $70 \leq S \leq 100$  мм). По степени раскисления стали категории А и В должны быть спокойными (СП) или полуспокойными, категории D – только СП, категории Е – СП, мелкозернистой, обработанной алюминием. Состояние поставки для сталей

категории А, В, D толщиной до 50 мм не регламентируется. Эти же категории стали толщиной 50-100 мм поставляются нормализованными (N), прокатанными с контролируемой температурой (CR) или после термомеханической обработки (TMCP). Сталь категории E толщиной до 100 мм поставляется нормализованной (N), или термомеханически обработанной (TMCP).

Стали повышенной прочности имеющие временное сопротивление 440-650 МПа и относительное удлинение 20-22%, подразделяются на категории А, D, E с добавлением цифры, указывающей предел текучести при растяжении:

A32, D32, E 32 – предел текучести не менее 315 МПа

A36, D36, E 36 – предел текучести не менее 355 МПа

A40, D40, E40 – не менее 390 МПа.

При этом, также как для сталей нормальной прочности, категория определяется в зависимости от минимальной величины работы удара при заданной температуре испытаний. Так, сталь категории А32 при толщине до 50 мм должна обеспечивать работу удара не менее 31 Дж при температуре испытания при 0°С, сталь D32 при температуре испытания -20°С, сталь E32 – при -40°С. Сталь категории А40 при толщине до 50 мм должна обеспечивать работу удара не менее 41 Дж при температуре испытания 0°С, сталь D40 при температуре испытания -20°С, сталь E40 – при -40°С. Сталь, предназначенная для конструкций, работающих при низких температурах (до -50°С) имеет категорию F (F32, F36, F40) и на ударный изгиб испытывается при температуре 60°С.

Сталь высокой прочности в зависимости от гарантированного минимума предела текучести подразделяются на 6 уровней прочности: 420, 460, 500, 550, 620, 690 МПа; для каждого уровня прочности в зависимости от температуры испытаний на ударный изгиб установлены 4 категории: А, D, E, F.

Еще одной разновидностью судостроительной стали является зет-сталь, то есть сталь с гарантируемым уровнем пластических свойств в направлении толщины проката, предназначенная для изготовления сварных конструкций, способная воспринимать значительные напряжения, перпендикулярные к поверхности проката. В маркировке указывается условное обозначение зет-стали, например, D32Z, где D32 – условное обозначение категории стали, Z – условное обозначение стали с гарантированными свойствами по толщине.

**Сталь подшипниковая.** Стали для изготовления деталей подшипников (колец, шариков, роликов) считаются конструкционными, но по составу и свойствам относятся к инструментальным. Стали поставляются по ГОСТ 801-78

марок ШХ4, ШХ15 и ШХ20ГС. В обозначении марок буква Ш означает подшипниковую сталь; Х – наличие хрома; число – его содержание в десятых долях процента (0,4; 1,5; 2,0); Г и С – легирование марганцем (до 1,7 %) и кремнием (до 0,85 %).

### 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

3. ХВГ – сталь инструментальная, легированная, качественная, содержащая 1% углерода и по 1% хрома, вольфрама и марганца

4. ШХ15 – сталь подшипниковая, качественная, содержащая около 1% углерода, 1,5% хрома

5. Р10К5Ф5 – сталь быстрорежущая, инструментальная, качественная, содержащая около 1% углерода, 10% вольфрама, 5% кобальта, 5% ванадия

### 2.2.2 Варианты заданий

#### Задание:

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

2. Дать расшифровку марок легированных сталей по заданию в таблице

<b>1 вариант</b>	<b>2 вариант</b>
<b>Марка стали</b>	<b>Марка стали</b>
15ХСНД	15Г2АФД
ШХ15	ШХ15СГ
12ГН2МФАЮ	А12
АС30ХМ	4Х5МФС

3X3M3Φ	P9M4K8
P6M5	E 36
D40	08X21H6M2T
50XΓA	18XΓT
09X17H3C	12X18H12M3T
6XC	XBΓ
3X2B8Φ	8X4B4Φ
P10M4Φ3K10	07X13AΓ20
09X17H3C	14X17H2
15X23H18Л	09X15H8Ю
9XΦ	6X2C
4X5MC	4X5B2ΦC

### Вопросы для самоконтроля:

1. С какой целью в сталь вводят легирующие элементы?
2. Какие стали относят к легированным сталям с особыми свойствами?
3. Какие химические элементы придают стали коррозионную стойкость?
4. Что обозначают цифры после букв в марке легированной стали?
5. Объясните принципы маркировки подшипниковой стали?
6. Классификация сталей по содержанию легирующих элементов.
7. Объясните правила маркировки судостроительных сталей
8. Что обозначает цифра после буквы «P» в маркировке быстрорежущих инструментальных сталей

**Рекомендуемая литература: [2], [4], [14-20]**

## 2.3 Практическое занятие № 3

**Тема: Расшифровка марок цветных сплавов**

**Цель: изучение цветных металлов, определение химического состава цветных металлов и их сплавов по их маркам.**

**Задание:**

- Ознакомиться с методикой маркировки цветных металлов и их сплавов по методическим указаниям
- Дать расшифровку марок цветных металлов и сплавов по заданию

### 2.3.1 Краткие теоретические сведения

Цветные металлы и сплавы широко применяются в различных областях промышленности. Цветные металлы и их сплавы обладают различными физикохимическими, механическими и технологическими свойствами, благодаря которым они нашли широкое применение: высокой устойчивостью против коррозии, электро- и теплопроводностью, способностью подвергаться различным видам обработки.

#### **Медь и сплавы на её основе**

**Медь.** По ГОСТ 859 — 2014 первичная техническая медь выпускается в виде катодов, слитков, полуфабрикатов, прутков, которые перерабатываются в круглые, квадратные, шестигранные горячекатаные и тянутые ленты, труб, проволоки электротехнической, фольги медной и рулонной и электролитической и медных порошков. Маркируется медь буквой М и цифрами, зависящими от содержания примесей. Медь марок М00 (0,01% примесей), М0 (0,05% примесей), М1 (0,1% примесей) используется для изготовления проводников электрического тока, медь М2 (0,3% примесей) – для производства высококачественных сплавов меди, М3 (0,5% примесей) – для сплавов обыкновенного качества.

В качестве конструкционного материала технически чистую медь применяют редко, так как она имеет низкие прочностные свойства, твердость.



Основными конструкционными материалами на основе меди являются сплавы латуни и бронзы.

**Бронзы** – Бронзы — это сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием и другими элементами. Маркировка бронзы начинается с букв Бр.

По технологическому признаку бронзы делятся на деформируемые и литейные.

**Деформируемые бронзы** маркируются буквами Бр, после которых перечисляются легирующие элементы, а затем соответственно содержание этих элементов в процентах (табл. 2.2). Содержание меди определяется по разности от 100 %. Содержание всех этих элементов указывается в конце марки через тире в том же порядке, что и указанные легирующие вещества.

Н а п р и м е р, БрОЦС4-4-4 – обрабатываемая давлением бронза с содержанием 4% олова, 4% цинка, 4% свинца, остальное – медь.

БрАЖНМц9-4-4-1 – обрабатываемая давлением бронза с содержанием 9% алюминия, 4% железа, 4% никеля, 1% марганца, остальное – медь. БрОЦС 8-4-3 содержит 8 % Sn, 4 % Zn, 3 % Pb, остальное – медь.

В марке **литейной бронзы** после обозначения Бр стоят буквы, обозначающие легирующие элементы (табл. 2.2), и сразу после них – число весовых процентов данного элемента. (Иногда в конце марки стоит буква Л (литейная).

Н а п р и м е р, Бр06ЦЗН6 – литейная бронза содержит 6 % Sn, 3 % Zn, 6 % Pb, 85 % Cu.

БрО5Ц5С5 – литейная бронза с содержанием 5% олова, 5% цинка, 5% свинца, остальное – медь.

БрА7Мц15ЖЗН2Ц2 – литейная бронза с содержанием 7% алюминия, 15% марганца, 3% железа, 2% никеля, 2% цинка, остальное – медь (ГОСТ 493–79).

**Таблица 2.2 – Обозначение легирующих элементов в сплавах цветных металлов**

Буквенное обозначение	Буквенное обозначение
расшифровка	расшифровка
А – алюминий	Ж – железо
Б – бериллий	С – свинец
Мц – марганец	Мг – магний
Су – сурьма	Ср – серебро

К – кремний	Мш – мышьяк
Н – никель	Т – титан
Кд – кадмий	Х – хром
О – олово	Ц – цинк
Ф – фосфор	

**Латуни.** Сплавы меди с цинком называются латунями. По сравнению с медью латунь обладает более высокой прочностью, твердостью, упругостью, коррозионной стойкостью, меньшей пластичностью и высокими технологическими свойствами (литейными свойствами, деформируемостью и обрабатываемостью резанием).

Маркировка латуней начинается с буквы Л. В зависимости от назначения и метода обработки латуни делят на литейные (ГОСТ 17711–93) и обрабатываемые давлением (ГОСТ 15527–2004). **В марке латуни, обрабатываемой давлением,** после буквы Л стоит содержание меди в весовых процентах. Затем идет перечень всех букв легирующих элементов (табл. 2.2), входящих в состав сплава. Содержание этих элементов (в вес.%) указывается в конце марки через тире в том же порядке, что и указанные легирующие вещества. Содержание главного легирующего элемента в латуни (цинк) получается как остаток до 100%.

**П р и м е р :** ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 – обрабатываемая давлением латунь содержит 75% меди, легирована 2% алюминия, 2% никеля, 0,5% кремния, 0,5% марганца, остальное – цинк (ГОСТ 15527–2004).

**В марке литейной латуни** после буквы Л стоит Ц и сразу указывается содержание цинка (в весовых %). Далее в таком же порядке приводятся остальные легирующие элементы (табл. 2.4) с их содержанием. Остальное – медь.

**П р и м е р :** ЛЦ23А6Ж3Мц2 – литейная латунь с содержанием 23% цинка, 6% алюминия, 3% железа, 2% марганца, остальное – медь (ГОСТ 17711–93).

**Медно-никелевые сплавы** (ГОСТ 492-2006) обладают особыми физическими и химическими свойствами. Марка таких сплавов начинается с буквы М (медь), затем идут буквы легирующих элементов и в конце в том же порядке среднее содержание этих веществ в весовых процентах.

**П р и м е р :** Сплав МНМц15-20 – медный сплав с содержанием 15% никеля и 20% марганца.

**Алюминий.** В зависимости от чистоты различают алюминий особой чистоты: А999 (99,999 % А1); высокой чистоты:

A995 (99,995 % Al), A99 (99,99 % Al), A97 (99,97 % Al), A95 (99,95 % Al) и технической чистоты: A85, A8, A7, A6, A5, A0 (99,0 % Al) (ГОСТ 4784-97).

**Алюминиевые сплавы** классифицируют по технологии изготовления, способности к упрочнению термической обработкой и свойствам. Единой цифровой маркировки алюминиевых сплавов не существует, деформируемые, литейные и спеченные сплавы маркируются по-разному.

Деформируемые сплавы имеют буквенную и буквенно-цифровую маркировку, причем выбор букв и цифр производится случайным образом: сплав Al-Si-Cu-Mg, обозначается АВ (авиаль), сплав Al-Mn обозначается АМц, а сплав Al-Mg обозначается -АМг. Цифры, следующие за буквами, приблизительно соответствуют содержанию легирующего элемента.

**Авиальями** называют алюминиевые деформируемые сплавы тройной системы Al-Mg-Si, которые могут содержать так же другие легирующие элементы. Авиаль уступает дюралюминам по прочности, но имеет лучшую пластичность, предел выносливости с малой плотностью. Высокая пластичность после закалки облегчает обработку сплавов давлением. Из авиалья изготавливают кованные и штампованные детали сложной формы.

К группе **деформируемых алюминиевых сплавов, не упрочняемых термической обработкой** относятся сплавы алюминия с марганцем АМц и магнием АМг. Сплавы отличаются невысокой прочностью ( $\sigma_{\text{в}} = 110$  МПа), высокой пластичностью ( $\delta = 30$  %), что обеспечивает хорошую обрабатываемость давлением, хорошую свариваемость и высокую коррозионную стойкость. Обработка резанием затруднена. Сплавы АМц и АМг применяются для сварных и клепаных элементов конструкций, испытывающих небольшие нагрузки, но требующие высокого сопротивления коррозии. Сплавы для сварных конструкций разделяют на две группы:

- алюминивно-марганцевые (марки АМц, АМц1); •

алюминивно-магниевые или магниалии (марки АМг2, АМг3, АМг4).

Буквы означают группу сплавов, цифры – порядковый номер (у алюминивно-марганцевых) или среднее содержание магния в процентах (у алюминивно-магниевых).

Пример: АМц1 означает алюминиево-марганцевый сплав для сварных конструкций с порядковым номером 1;

АМг3 – алюминиево-магниевый сплав для сварных конструкций, содержащий 3% магния. **Дюралюмины** – сплавы системы Al–Cu–Mg и системы Al–Cu–Mn. Деформируемые термически упрочняемые (закалка + старение) сплавы. Маркируются буквой Д и порядковым номером в ГОСТ 4784-97. Буква Д означает дуралюмин, цифра – порядковый номер сплава.

Пример: Сплав Д16– дуралюмин № 16.

Сплавы типа В95 – это высокопрочные (буква В) сплавы алюминия с добавками Zn, Mg, Cu. Цифры означают порядковый номер сплава. Марки: В88, В96

**Ковочные алюминиевые сплавы** маркируют следующим образом: АК2, АК4, АК8. Буквы АК означают алюминиевые ковочные сплавы, цифры – порядковый номер сплава.

**Алюминиево-кремниевые сплавы (силумины)** - группа литейных сплавов. Имеют малую усадку при кристаллизации расплава. Применяются для отливок корпусов разных механизмов, корпусов приборов, деталей бытовых приборов, декоративного литья. маркируют в соответствии с ГОСТом 1583-93 буквами АЛ (алюминиевый литейный) и числом, соответствующим номеру сплава (при маркировке отливок). Марки силуминов: АЛ2, АЛ4, АЛ9.... Силумины, выпускаемые в чушках, маркируют буквами АК (сплавы системы алюминий-кремний) и числом, указывающим на среднее содержание кремния в процентах.

Пример: АЛ9 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с условным номером 9.

АК12 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с содержанием кремния 12%

АК 9 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с содержанием кремния 9 %

**Магниевые сплавы** – это сплавы магния с алюминием, марганцем, медью, кремнием, бериллием, цинком, цирконием и т.д. Магниевые сплавы имеют буквенно-цифровую систему обозначения марок. Буквы указывают соответствующую группу, а цифры – порядковый номер сплава. Магниевые сплавы подразделяют на две группы:

- деформируемые (ГОСТ 14957-79);
- литейные (ГОСТ 2856-79).

Марки деформируемых сплавов: МА1, МА2, ... МА20.

Например: МА15 означает, марка магниевого деформируемого сплава с порядковым номером 15.

Марки литейных сплавов: МЛ3, МЛ4, ... МЛ19.

П р и м е р: МЛ15 - магниевый литейный сплав с порядковым номером 15.

### **Сплавы на основе титана**

Маркировка титана в российской трактовке в большинстве случаев представляет собой букву «Т», указывающую на основной элемент и буквенные символы, идентифицирующие производителя. Исторически сложилась система маркировки титановых сплавов, отражающая наименование организациии разработчика и порядковый номер разработки сплава.

Титановые сплавы выпускаются 14 марок

Марка ВТ означает «ВИАМ титан», затем следует порядковый номер сплава.

Марка ОТ означает «Опытный титан» - сплавы, разработанные совместно ВИАМом и заводом ВСМПО (г. Верхняя Салда, Свердловской области).

Марка ПТ означает «Прометей титан» - разработчик ЦНИИ КМ («Прометей», г. Санкт-Петербург.)

Если после порядкового номера сплава стоит буква С или через тире ноль или единица, то это указывает, что сплав модернизирован, изменен по химическому составу.

Иногда в марку сплава добавляют буквы

«У» - улучшенный,

«М» - модифицированный,

«И» - специального назначения,

«Л» означает литейный сплав,

«В» - сплав, где марганец заменен эквивалентным количеством ванадия.

Технический титан может маркироваться одной буквой «Т» с последующим указанием чистоты сплава в цифрах, причём меньше по величине число указывает на более очищенный сплав. Например, один из самых качественных титанов считается титан ВТ1-00, количество примесей в котором не превышает 0,1%, а чистого титана содержится 99,9%. К сожалению, в иных случаях цифры в маркировке титановых сплавов не отражают количественных пропорций легирующих элементов или чистоты состава, как это принято в большинстве случаев идентификации сложнолегированных цветных металлов. Поэтому существуют специальные таблицы, указывающие на содержание того или иного элемента в титановом сплаве определённой маркировки.

Среди наиболее популярных титановых сплавов, стоит отметить следующие металлы с соответствующей маркировкой:

ВТ5 и ВТ5-1 – свариваемый сплав с содержанием алюминия 4%-6%;

ОТ4, ОТ4-0 и ОТ4-1 – алюминиево-магниевый титановый сплав, отличающийся отличной свариваемостью;

ВТ18, ВТ20 – жаростойкие сплавы с повышенным содержанием алюминия до 8%;

ВТ22 – безалюминиевый титановый сплав, легированный ванадием (около 5%) и молибденом (около 5%);

ВТ8, ВТ9 – термостойкие алюминиевые титановые сплавы с содержанием алюминия в промежутке от 4,5% до 7%;

ВТ6, ВТ6С – алюминиевые сплавы с включением ванадия (3,5%-6%);

ВТ15 – один из самых прогрессивных титановых сплавов, в состав которого входит хром (около 10%), молибден (7%-8%) и алюминий (около 3,5%).

## **2.4.2 Варианты заданий**

### **Задание:**

1. Ознакомиться с методикой маркировки различных сплавов цветных металлов по методическим указаниям
2. Дать расшифровку марок сплавов цветных металлов и их сплавов по заданию в таблице

<b>1 вариант</b>	<b>2 вариант</b>
<b>Марка сплава</b>	<b>Марка сплава</b>
БрОЦС 4-4-4	МЛ4
Л96	Д1
БрС30	АМг3
ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5,	ЛО62-1
ЛЖС58-1-1	ЛМцА57-1-1
БрО4Ц4С17	БрА71Мц15Ж3Н2Ц2
БрО6Ц6С3	БрО10Ф01
АК9	АК7
АМг3	АМг4
Д16	ВТ5
ОТ4	Д1
АМц 1	МА 15
Л63	Л96
БрАЖ9-4	БрАЖН10-4-4
БрКМц3-1	БрК4

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Назовите основные виды сплавов на основе меди?
2. Какие сплавы называются латунями и как они маркируются?
3. Какие сплавы называются бронзами и как они маркируются?

4. Какие сплавы на основе алюминия относятся к литейным и деформируемым сплавам и как они маркируются?
5. Что такое титан? Как маркируются титановые сплавы?
  
6. Магниевые сплавы и как они маркируются?

**Рекомендуемая литература: [2], [4], [21-32]**

## **2.4 Практическое занятие № 4**

### **Тема: Выбор марки материала для конкретных условий**

#### **Цель:**

- Освоить умения работы со справочной литературой по выбору марок стали в зависимости от условий их работы;
- Освоить умения по выбору вида и режимов термической обработки стали в зависимости от назначения изделия;
- Освоить умения по обоснованию выбора материала для заданной детали.

#### **Задание:**

- Определить условия работы детали или инструмента и требования, которые предъявляются к ним.
- Выбрать марку стали для изготовления детали или инструмента выполнить описание ее химического состава и механических свойств.
- Дать обоснование выбора материала для заданной детали или инструмента
- При решении задач рекомендуется использовать учебные пособия, ГОСТы, справочники.



## 2.4.1 Краткие теоретические сведения

Рациональный выбор материалов и режимов технологических процессов их обработки обеспечивает надежность изделий и конструкций, снижает себестоимость, повышает производительность труда, уменьшает металлоемкость оборудования.

Из всех известных в технике материалов лучшее сочетание прочности, надёжности и долговечности имеет сталь, поэтому она является основным материалом для изготовления ответственных изделий, подвергающихся большим нагрузкам. Свойства стали зависят от её структуры и состава. Совместное воздействие термической обработки, которая изменяет структуру, и легирования - эффективный способ повышения комплекса механических характеристик стали

Выбор стали для изготовления той или другой детали и метод её упрочнения определяется в первую очередь условиями работы детали, величиной и характером напряжений, возникающих в ней в процессе эксплуатации, размерами и формой детали и т.д. Также при выборе материала для конкретного изделия необходимо учитывать совокупность свойств данного материала (физических, химических, механических, технологических), отдавая предпочтение той группе свойств, которая в данных условиях работы имеет решающее значение.

Так, для изделий, работающих в агрессивных средах, решающее значение имеют химические свойства материала. Для изделий, работающих в обычных средах под механической нагрузкой, выбор материала производится по механическим свойствам с учетом технологических свойств и стоимости материала.

При выборе материала по его механическим свойствам необходимо учитывать, что численные значения таких механических характеристик, как ударная вязкость, твердость и пластичность, не могут быть использованы для расчета подобно численным значениям прочности, однако, они являются весьма важными характеристиками, которые дают возможность оценить качество материала. Каждая из этих характеристик имеет свое особое значение при оценке качества материала, применяемого для изделий, работающих в различных условиях.

Так, качество инструментов оценивают преимущественно по твердости и прочности.

Пластичность является важнейшей характеристикой материала, применяемого для строительных конструкций. В строительстве принято считать пластичность

удовлетворительной, если относительное удлинение не менее 15 %, а относительное сужение не менее 45 %.

Вязкость является одной из важнейших характеристик качества материала, применяемого для различных деталей машин, работающих в условиях динамических нагрузок. Причем необходимо иметь в виду, что недостаточная прочность или жесткость материала в ряде случаев может быть компенсирована увеличением размера изделия, а недостаточную вязкость материала нельзя ничем компенсировать. С увеличением размеров конструкции вязкость не только не увеличивается, а в отдельных случаях может даже уменьшаться.

Для определения ударной вязкости применяют образцы с различными надрезами. Характер надреза сильно влияет на ударную вязкость. Поэтому при оценке ударной вязкости материала по справочной литературе необходимо обязательно устанавливать, какому типу надреза она соответствует. Обычно материал считают пригодным, если его ударная вязкость, определенная на образцах размером 10'10'55 мм с V-образным надрезом не ниже 30 Дж/см<sup>2</sup>. Повышение прочности обычно сопровождается снижением пластичности и вязкости (металл охрупчивается). В общем случае считают, что надежность металла при работе возрастает с повышением его пластичности и вязкости. Охрупчивание металла может явиться причиной внезапного хрупкого разрушения изделия. Нередко это происходит при сравнительно небольших напряжениях (меньше предела текучести этого металла). Пластичность и вязкость зависят от многих факторов: от вида напряженного состояния, наличия концентраторов напряжения, скорости приложения нагрузки и др. Концентраторы напряжений особенно нежелательны для металлов с низкой пластичностью и вязкостью.

Если для существенного повышения прочности или твердости стали изделие необходимо закалывать, то выбирать сталь для такого изделия необходимо с учетом сквозной прокаливаемости. Следовательно, углеродистые стали можно применять для изделий сечением не более 15 мм. Причем в сталях с низким содержанием углерода (меньше 0,25 %) не удастся существенно увеличить закалкой твердость и прочность стали, обычно применяют стали с содержанием углерода, превышающим или равным 0,3 %. В том случае, когда необходимо обеспечить сочетание высокой износостойкости и достаточно высокой пластичности, применяют либо стали с низким содержанием углерода и обязательной химико-термической обработкой, либо среднеуглеродистые стали с поверхностной закалкой изделий.

Важным фактором для выбора марки стали является сложность геометрической формы изделия. Это имеет первостепенное значение, если изделие

необходимо подвергать закалке. В процессе быстрого охлаждения при закалке возникают большие внутренние напряжения, которые в некоторых случаях могут вызывать очень сильную деформацию изделия и даже трещины. Это особенно характерно для изделий сложной формы с наличием конструктивных концентраторов напряжений. Поэтому такие изделия (сечением более 5 мм) рекомендуется изготавливать из легированных сталей, допускающих при закалке более медленное охлаждение (в масле) по сравнению с углеродистыми, которые при закалке необходимо быстро охлаждать (в воде). Достоинство легированной стали заключается не только в большей прокаливаемости и возможности более медленного охлаждения при закалке. Легированная сталь после закалки и соответствующего отпуска имеет лучшее сочетание механических свойств (прочности и пластичности) по сравнению с углеродистой. Следует иметь в виду, что легированная машиностроительная сталь имеет существенное преимущество по механическим свойствам по сравнению с углеродистой только после упрочняющей термической обработки (закалки и отпуска). В «сыром» состоянии она имеет небольшие преимущества и поэтому применяется, как правило, в термически обработанном состоянии.

При выборе марки материала необходимо учитывать не только прокаливаемость, но и другие технологические свойства, которые могут играть существенную роль при выборе технологии изготовления.

Так, для изделий сложной формы, которые целесообразно изготавливать литьем необходимо выбирать материал с хорошими литейными свойствами, например, чугун или соответствующие цветные сплавы. В некоторых случаях применяют литейные стали. Для изделий, изготавливаемых пластической деформацией, необходимо применять пластичные материалы, например, низкоуглеродистые стали. Для деталей машин, изготавливаемых глубокой вытяжкой, пластичность имеет особое значение, поэтому для них применяют стали с низким содержанием углерода и лучше кипящие.

Важнейшими характеристиками материала для инструментов является твердость и прочность.

Однако для режущих инструментов, применяемых на металлорежущих станках, не менее важной характеристикой является теплостойкость.

Наименьшей теплостойкостью обладают углеродистые стали (нагрев не должен превышать 200 градусов С). Поэтому их применяют в тех случаях, когда инструмент при работе не нагревается более 200 градусов С (ручной инструмент или станочный для обработки дерева и др.).

Низколегированные инструментальные стали по теплостойкости не отличаются существенно от углеродистых, однако, они имеют более высокую прокаливаемость и позволяют применять при закалке масло. По этим причинам инструменты сравнительно больших размеров или сложной формы, которые при работе не нагреваются более 250 градусов С, изготавливают из низколегированных инструментальных сталей.

Высокопроизводительные металлорежущие инструменты изготавливают из быстрорежущих сталей (нагрев не должен превышать 600 градусов С) или твердых сплавов (при нагреве до 800–1000 градусов С).

Общие принципы, которыми следует руководствоваться при выборе материала для конкретного изделия, заключается в следующем:

1. Для различных строительных сооружений, неответственных слабонагруженных деталей машин и механизмов целесообразно применять строительные стали и серые чугуны. Обычно термическая обработка для таких изделий не применяется. Иногда применяют отжиг (для снятия внутренних напряжений) или нормализацию (для некоторого улучшения механических свойств вместо закалки). Применение легированных строительных сталей может быть оправдано их более высокой прочностью, что приведет к уменьшению металлоемкости изделий и, следовательно, экономии материала.
2. Для ответственных сильно нагруженных деталей машин, работающих при ударной нагрузке, применяют машиностроительные стали. В зависимости от условий работы детали, ее формы и размеров, а также необходимости применения упрочняющей термической обработки выбирают углеродистую или легированную сталь с низким или средним содержанием углерода. При использовании легированной стали обязательно применяется упрочняющая термическая обработка. При использовании углеродистой стали упрочняющая термическая обработка применяется не всегда. Для упрочнения, как правило, применяют закалку с последующим высоким отпуском (улучшение).
3. Для деталей типа пружин или рессор применяют специальные рессорнопружинные стали с повышенным содержанием углерода (не менее 0,5 %). В зависимости от размеров и формы пружины могут применяться как углеродистые, так и легированные стали. Пружины обычно подвергаются закалке с последующим средним отпуском.
4. Для всевозможных инструментов (режущих, измерительных и др.) применяют инструментальные стали и сплавы. В зависимости от назначения инструмента, его

размеров, формы, условий работы выбирают материал из соответствующей группы.

Все инструменты, изготовленные из стали, обязательно проходят термическую обработку для повышения их твердости и прочности. При решении вопроса о термической обработке изделия необходимо учитывать, что термическая обработка приводит к изменению структуры сплава, за счет которой изменяются его свойства. Поэтому при термической обработке изменяются только те свойства, которые зависят от структуры (к ним относится большинство свойств). Свойства, которые зависят от состава и не зависят от структуры, при термической обработке почти не изменяются. К таким свойствам относятся характеристики жесткости – модуль нормальной упругости  $E$ , модуль сдвига  $G$ . В тех случаях, когда от изделия требуется большая жесткость, конструктор обеспечивает ее за счет надлежащей площади и формы поперечного сечения. При этом обычно оказывается, что действующие в детали напряжения значительно меньше предела текучести сплава в «сыром» состоянии. В этом случае надобность в упрочняющей термической обработке отпадает. В тех случаях, когда прочность металла в «сыром» состоянии недостаточна, изделие подвергают упрочняющей обработке.

На выбор режима термической обработки оказывают влияние многие факторы. В зависимости от сочетания этих факторов может применяться сквозная или поверхностная, общая или местная термическая обработка.

Например, местная закалка может производиться различными способами в зависимости от конкретных условий. Для мелких деталей удобнее делать общий нагрев всей детали и быстро охлаждать отдельные ее части. Для длинных деталей иногда бывает удобнее делать местный нагрев и охлаждение. При местной закалке с нагревом всей детали и быстрым охлаждением отдельной ее части иногда проводят отпуск за счет запаса теплоты в незакаленной части, которая медленно охлаждается и при этом нагревается закаленная часть. Такой отпуск называют самоотпуском. Конкретную температуру отпуска выбирают в зависимости от заданной твердости, которая указывается на чертеже детали.

Независимо от того, какая задана твердость на чертеже детали, закалкой необходимо обеспечить получение структуры мелкоигльчатого мартенсита. При этом твердость может оказаться значительно выше заданной. При последующем отпуске температура нагрева выбирается такой, которая обеспечила бы снижение твердости до заданной. При этом структуры троостита или сорбита, образовавшиеся из мартенсита при отпуске, будут иметь при равной твердости более высокую пластичность и вязкость по сравнению с аналогичными пластинчатыми структурами, которые образуются из аустенита при закалке.

Приближенно для углеродистых сталей температуру отпуска можно выбрать по нижеприведенным данным (табл. 2.3, 2.4).

**Таблица 2.3- Твердость закаленной углеродистой стали в зависимости от содержания углерода**

Содержание углерода, %	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
HRC (HB)	(340)	50	54	58	62	64

**Таблица 2.4 - Влияние температуры отпуска на понижение твердости закаленной углеродистой стали**

Температура отпуска, градусов С	200	300	400	500	600	650
Уменьшение твердости в HRC по сравнению с закалкой	0	10	17	25	32	36

Для изделий, работающих в агрессивных средах, применяют коррозионностойкие стали или сплавы на основе цветных металлов.

В слабоагрессивных средах используют наиболее дешевые хромистые стали марок 08X13, 12X13, 20X13 или сплавы на основе алюминия, меди, магния. Изделия из промышленных коррозионно-стойких сталей проходят закалку при температуре 1050 градусов С и высокий отпуск. Для коррозионно-стойких инструментов применяют хромистые коррозионно-стойкие стали с более высоким содержанием углерода марок 30X13 и 40X13, которые подвергают закалке и низкому отпуску.

Некоторые сплавы на основе алюминия и магния также подвергают упрочняющей термической обработке.

В сильно агрессивных средах и для изделий, работающих в контакте с пищевыми продуктами, а также для работы в области криогенных температур, обычно применяют хромоникелевые аустенитные коррозионно-стойкие стали типа 12X18Н10, а для сварных конструкций – стали, дополнительно легированные титаном или ниобием типа 12X18Н10Т, а также сплавы на основе титана.

При выполнении задания необходимо учитывать изложенное и выбирать не первый попавшийся материал, который удовлетворяет заданным свойствам, а учитывать также экономический фактор. Обилие различных марок материалов, приводимых в справочниках, затрудняет выбор оптимального варианта. Если свойства материала равны или мало превышают указанные в задании, то можно предположить, что вариант близкий к оптимальному. Чем сильнее (в большую

сторону) свойства материала отличаются от заданных, тем, как правило, материал дороже и применение его для данной детали менее рационально. В условиях реального производства номенклатура материалов часто ограничивается наличием их на данном предприятии или возможностью их приобретения без особых сложностей.

#### **2.4.2 Варианты заданий Задание:**

Согласно задания своего варианта:

- 1) изучить условия работы заданной детали и требования, предъявляемые к ней;
- 2) выбрать марку стали для изготовления заданной детали, изучить ее химический состав и механические свойства;
- 3) разработать в зависимости от условий работы детали, необходимый вид и режим термической или химико-термической обработки;
- 4) дать обоснование выбранного вида и режима обработки детали.

#### **Вариант 1**

- 1) Выберите марку стали для изготовления червячного вала редуктора. Вал должен обладать высокой жесткостью и прочностью. Укажите режим Т. О. и механические свойства валов в готовом состоянии.
- 2) Завод изготавливает зубчатые колеса диаметром 60 мм и высотой 80 мм. Предел текучести должен быть не ниже 530—540 МПа. Выберите сталь для изготовления зубчатых колес и приведите состав и марку, учитывая технологические особенности термической обработки и необходимость предотвратить деформацию и образование трещин при закалке. Рекомендуйте режим термической обработки и укажите механические свойства в готовом состоянии.
- 3) Сталь, применяемая для пароперегревателей котлов высокого давления должна сохранять повышенные механические свойства при длительных нагрузках при  $T=500^{\circ}\text{C}$  и иметь достаточную пластичность для возможности гибки и завальцовки при сборке котла. Укажите состав стали, режимы термообработки, механические свойства.

## **Вариант 2**

- 1) Выбрать марку стали для шестерни с твердостью зуба HRC=56-58. Укажите химический состав, режимы термообработки, механические свойства.
- 2) Выбрать марку материала для сверла, обрабатывающего конструкционные стали с прочностью до 1000 МПа. Сверло должно сохранять режущие свойства во время работы до 600 °С. Указать состав, режим термической обработки, механические свойства
- 3) Завод имеет сталь двух марок: 45 и 20ХНЗА, из которых можно изготовить вал диаметром 70 мм для работы с большими нагрузками. Какую из сталей следует применить для изготовления вала, если сталь должна иметь предел текучести не ниже 740 МПа?

## **Вариант 3**

- 1) Выбрать марку материала для изготовления фрезы, обрабатывающей нержавеющие стали. Теплостойкость до 630 °С. Укажите состав сплава, режимы его термической обработки, механические свойства.
- 2) Выбрать марку стали для задвижки трубопровода, работающего при температуре 600-650 °С. Указать состав, режимы термической обработки, механические свойства.
- 3) Подберите марку стали повышенной теплостойкости, пригодную для резания жаропрочной стали. Укажите ее состав, режимы термической обработки

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Укажите основные виды термообработки
2. С какой целью применяют термообработку?
3. С какой целью применяют закалку?
4. Как влияют на сплавы легирующие элементы?
5. Что необходимо учитывать при выборе конструкционного материала?

**Рекомендуемая литература:** [3], [5], [6]



## Практическое занятие №5 Резка металлов

### Тема: «Резка металлов»

**Цель:** Научиться применять слесарный инструмент и производить резку деталей из металла

**Время:** 2 часа.

#### Оборудование и материалы.

1. Металл для резки, слесарный верстак, ножовка по металлу и различные полотна к ней, ножницы по металлу, труборез, слесарные тиски.

3. Учебная литература.

#### Задание.

1. Произвести резку деталей из различных металлов.

2. Ответить на контрольные вопросы.

### 1. Резка металлов

При слесарно-заготовительных работах металл перерезают в тех случаях, когда нужно от заготовки сортовой, фасонной стали или труб отделить часть определенного размера или заданной формы. Эта операция отличается от рубки тем, что ее выполняют не ударными, а нажимными усилиями, и смежные торцы основной и отделенной частей металла имеют прямые плоскости без скосов. Полосовую круглую, угловую или другую сталь перерезают с помощью ручных ножовок в тисках, а трубы – в прижиме.

Перед резанием труб их размечают на верстаке на заготовки, требуемой длины. Для точной разметки на краю верстака укреплена металлическая линейка длиной до 3м с упором на одном конце. Слесарь подвигает трубу одним концом до упора и по линейке отмечает длину заготовки.

**Разрезание (резка)** – это операция, связанная с разделением материалов на части с помощью ножовочного полотна, ножниц, труборезов.

### 2. Инструменты и приспособления, применяемые при резке

**Ручные слесарные ножовки** предназначены в основном для разрезания сортового и профильного проката вручную, а также для разрезания толстых листов и полос, прорезания пазов в головках винтов, обрезания заготовок по контуру и других работ. Наиболее распространенные ножовочные полотна шириной 13 и 16мм. При толщине от 0,5 до 0,8мм и длиной 250-300мм. Ножовочные станки бывают двух типов: цельные и раздвижные, позволяющие устанавливать в станок ножовочное полотно разной длины.

**Ручные ножницы** предназначены для разрезания материала по прямой линии или по дуге большого радиуса.

Ручные ножницы бывают правыми и левыми. Ручными ножницами можно резать листовую сталь толщиной до 0,7мм, кровельное железо толщиной до 1,0мм, листы меди и латуни толщиной до 1,5мм.

**Силовые ножницы** предназначены, при резании листовой стали толщиной до 2,5мм.

**Настольные ручные рычажные ножницы** применяют для разрезания листовой стали толщиной до 4мм, алюминия и латуни – до 6мм.

**Труборезы** применяют для разрезания труб различного диаметра вместо слесарной ножовки, а также для более качественного разрезания труб. Труборез представляет собой специальное приспособление, у которого режущим инструментом служат стальные дисковые резцы-ролики. Наиболее распространенные роликовые, хомутиковые и цепные труборезы (для разрезания труб большого диаметра).

**Прижимы** применяют для зажима стальных труб и трубных заготовок диаметром от 15 до 50мм при перерезании труб ручным способом.

### **3. Основные правила резания металла ножовкой (полосовой, листовой, прутковый материал; профильный прокат; трубы)**

1. Перед началом работы необходимо проверить правильность установки и натяжения полотна.

2. Разметку линии реза необходимо производить по всему периметру прутка (полосы, детали) с припуском на последующую обработку 1...2мм.

3. Заготовку следует прочно закреплять в тисках.

4. Полосовой и угловой материал следует разрезать по широкой части.

5. В том случае, если длина реза на детали превышает размер от полотна до рамки ножовочного станка, резание необходимо производить полотном, закрепленным перпендикулярно плоскости ножовочного станка (ножовкой с повернутым полотном).

6. Листовой материал следует разрезать непосредственно ножовкой в том случае, если его толщина больше расстояния между тремя зубьями ножовочного полотна. Более тонкий материал для разрезания надо зажимать в тиски между деревянными брусками и разрезать вместе с ними.

7. Газовую или водопроводную трубу необходимо разрезать, закрепляя ее в трубном прижиме. Тонкостенные трубы при разрезании закреплять в тисках, используя для этого профильные деревянные прокладки.

8. При разрезании необходимо соблюдать следующие требования:

- в начале резания ножовку наклонять от себя на  $10..15^\circ$ ;
- при резании ножовочное полотно удерживать в горизонтальном положении;
- в работе использовать не менее трех четвертей длины ножовочного полотна;

- рабочие движения производить плавно, без рывков, примерно 40..50 двойных ходов в минуту;
  - в конце разрезания нажатие на ножовку ослабить и поддерживать отрезанную часть рукой.
9. При проверке размера отрезанной части по чертежу отклонение реза от разметочной риски не должно превышать 1мм в большую сторону.

#### **4. Основные правила резания листового металла толщиной до 0,7мм ручными ножницами**

1. При разметке вырезаемой детали необходимо предусматривать припуск до 0,5мм на последующую обработку.

2. Разрезание следует производить острозаточенными ножницами в рукавицах.

3. Разрезаемый лист располагать строго перпендикулярно лезвиям ножниц.

4. В конце реза не следует сводить ножницы полностью во избежание надрыва металла.

5. Необходимо следить за состоянием оси-винта ножниц. Если ножницы начинают «мять» металл, нужно слегка подтянуть винт.

6. При резании материала толщиной более 0,5мм (или при затрудненном нажатии на ручки ножниц) необходимо одну из ручек прочно закрепить в тисках.

7. При вырезании детали криволинейной формы, например, круга, необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

- разметить контур детали и вырезать заготовку прямым резом с припуском 5..6мм;
- вырезать деталь по разметке, поворачивая заготовку по часовой стрелке.

8. Резание следует производить точно по линии разметки (отклонения допускаются не более 0,5мм).

Максимальная величина «зареза» в углах не должна быть более 0,5мм.

#### **5. Основные правила резания листового и полосового материала рычажными ножницами**

1. Резание необходимо производить в рукавицах во избежание пореза рук.

2. Резание значительного по размерам листового материала (более 0,5×0,5м) следует производить вдвоем (один должен поддерживать лист и продвигать его в направлении «от себя» по нижнему ножу, другой – нажимать на рычаг ножниц).

3. В процессе работы разрезаемый материал (лист, полосу) необходимо располагать строго перпендикулярно плоскости подвижного ножа.

4. В конце каждого реза не следует доводить ножи до полного сжатия во избежание «надрыва» разрезаемого материала.

5. После окончания работы нужно закреплять рычаг ножниц фиксирующим штифтом в нижнем положении.

## 6. Основные правила резания труб труборезом

1. Линию реза следует отмечать мелом по всему периметру трубы.

2. Трубу необходимо прочно закреплять в трубном прижиме или тисках. Закрепление трубы в тисках нужно производить с использованием профильных деревянных прокладок. Место реза следует располагать не далее чем 80..100мм от губок прижима или тисков.

3. В процессе резания необходимо соблюдать следующие требования:

- смазывать место реза;
- следить за перпендикулярностью рукоятки трубореза оси трубы;
- внимательно следить за тем, чтобы режущие диски расположились точно, без перекоса, по линии реза;
- не прикладывать больших усилий при вращении винта рукоятки трубореза для подачи режущих дисков;
- в конце разрезания поддерживать труборез обеими руками; следить за тем, чтобы отрезанный кусок трубы не упал на ноги.

## 7. Типичные дефекты при резании металла, причины их появления и способы предупреждения

### Резание слесарной ножовкой

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Перекося реза.	Слабо натянуто полотно. Резание проводилось поперек полосы или полки угольника.	Натянуть полотно таким образом, чтобы оно туго подавалось нажатием пальцем сбоку.
Выкрошивание зубьев полотна.	Неправильный подбор полотна. Дефект полотна-полотно перекалено.	Полотно следует подбирать таким образом, чтобы шаг зубьев был не более половины толщины заготовки, то есть, чтобы в работе чувствовалось два-три зуба. Вязкие металлы (алюминий и его сплавы) резать полотнами с более мелким зубом, тонкий материал

		закреплять между деревянными брусками и разрезать вместе с ними.
Поломка полотна.	Сильное нажатие на ножовку. Слабое натяжение полотна Полотно перетянута Неравномерное движение ножовкой при резании.	Ослабить вертикальное (поперечное) нажатие на ножовку, особенно при работе новым, а также сильно натянутым полотном. Ослабить нажатие на ножовку в конце реза. Движения ножовкой производить плавно, без рывков. Не пытаться исправлять перекос реза перекосом ножовки. Если полотно тупое, то необходимо заменить его.

### Резание труб труборезом

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Грубые задиры в местах закрепления трубы.	Нарушение правил закрепления труб	Прочно закреплять трубу в трубном прижиме, чтобы она не поворачивалась в процессе резания. При закреплении трубы в тисках использовать деревянные прокладки.
«Рванный» торец отрезанной трубы.	Несоблюдение правил резания труб.	Точно устанавливать диски трубореза по разметочным меткам. Внимательно следить в процессе резания за перпендикулярностью рукоятки трубореза к оси трубы (при этом условии режущие диски трубореза не смещаются и линия реза не перекашивается). При каждом повороте трубореза поджимать его винт не более чем на половину оборота. Обильно смазывать оси режущих дисков и места реза.

### Резание ручными ножницами

Дефект	Причина	Способ предупреждения
При резании листового материала ножницы мнут его.	Тупые ножницы. Ослаблен шарнир ножниц.	Резание производить только острозаточенными ножницами. Перед началом резания проверить и, если необходимо, подтянуть шарнир ножниц так, чтобы раздвигание ручек производилось плавно, без заеданий и качки.

«Надрывы» при резании листового металла.	Несоблюдение правил резания.	Во время работы ножницами следить, чтобы лезвия ножниц не сходились полностью, так как это приводит к «надрывам» металла в конце реза.
Отступление от линии разметки при резании электровибрационными ножницами.	Несоблюдение правил резания.	При резании листового материала больших размеров (более 500×500мм) лист задней кромкой упереть в какой-либо упор и разрезание производить перемещением (подачей) ножниц. При вырезании заготовок с криволинейными контурами (особенно при небольших размерах заготовок) подачу производить передвижением заготовки.
Ранение рук.	Работа производилась без рукавиц.	Работать ножницами следует только в брезентовых рукавицах (прежде всего на левой руке, поддерживающей разрезаемый лист)

## 8. Правила техники безопасности при резке металлов ножовкой

1. Надежно закреплять заготовки в тисках.
2. Запрещается выполнять резание со слабо или чересчур сильно натянутым полотном, так как это может привести к поломке полотна и ранению рук.
3. Во избежание поломки полотна и ранения рук при резании не следует сильно нажимать на ножовку вниз.
4. Запрещается пользоваться ножовкой со слабо насаженной или расколотой рукояткой (ручка должна быть плотно насажена на хвостовик).
5. При сборке ножовочного станка следует использовать штифты, которые плотно, без качки, входят в отверстия головок.
6. При выкрошивании зубьев ножовочного полотна работу прекратить и заменить полотно на новое.
7. Во избежание соскакивания рукоятки и ранения рук во время рабочего движения ножовки не ударять передним торцом рукоятки о разрезаемую деталь.
8. Заканчивая резание, необходимо соблюдать нажим на ножовку, поддерживать часть заготовки, которую отрезаем.
9. Оберегать руки от ранения о режущие кромки ножовки или заусенцы на металле.
10. Не сдвигать опилки и не удалять их руками во избежание засорения глаз или ранения рук.
11. Не загромождать рабочее место ненужными инструментами и деталями.

## **9. Правила техники безопасности при резке металлов ручными ножницами**

1. Резание необходимо производить в рукавицах во избежание пореза рук.
2. Разрезание следует производить острозаточенными ножницами.
3. Не держать левую руку близко к ножницам и кусачкам, чтобы пальцы не попали под лезвие.
4. Подавать ножницы и кусачки товарищу нужно ручками от себя, а класть на стол ручками к себе.
5. Если кусачками отрезается небольшой кусок проволоки, откусываемую часть направлять в сторону защитного экрана верстака.
6. Необходимо следить за состоянием оси-винта ножниц. Если ножницы начинают «мять» металл, нужно слегка подтянуть винт.
7. Следить за положением пальцев левой руки, поддерживая лист снизу.
8. Оберегать руки от ранения о режущие кромки или заусенцы на металле.
9. Не сдувать опилки и не удалять их руками во избежание засорения глаз или ранения рук.
10. При резании материала толщиной более 0,5мм (или при затрудненном нажатии на ручки ножниц) необходимо одну из ручек прочно закрепить в тисках.
11. Не загромождать рабочее место ненужными инструментами и деталями.

## **10. Правила техники безопасности при разрезании труб труборезом**

1. Надежно закреплять заготовки в тисках.
2. Смазать место реза.
3. Следить за перпендикулярностью рукоятки оси трубы.
4. Внимательно следить за тем, чтобы режущие диски располагались точно, без перекоса, по линии реза.
5. Не прикладывать больших усилий при вращении винта рукоятки трубореза для подачи режущих дисков.
6. В конце разрезания поддерживать труборез обеими руками; следить за тем, чтобы отрезанный кусок трубы не упал на ноги.
7. Не загромождать рабочее место ненужными инструментами и деталями.

### **Контрольные вопросы:**

1. Чем вызвана необходимость использования рукавиц при резании металла ножницами?

2. Зачем нужна смазка зубьев ножовочного полотна при работе?
3. На каком расстоянии от края губок тисков или прижима должна быть линия разметки при резке трубы ножовкой или труборезом?
4. Какие встречаются дефекты при резании металла?
5. Какие правила по технике безопасности необходимо соблюдать при резке металла
5. С какой целью разводят зубья ножовочного полотна?
6. На ножовочном полотне имеется маркировка: 250; 13; 1,6; P9. Расшифруйте её.

Сгибание листового металла

## **Практическое занятие №6**

### **Тема: «Гибка металлов»**

**Цель:** Научиться применять слесарный инструмент и производить гибку деталей из металла

**Время:** 2 часа.

#### **Оборудование и материалы.**

1. Металл для гибки, слесарный верстак, рихтовочная плита, молотки, тиски
3. Учебная литература.

#### **Задание.**

1. Произвести правку деталей из металла.
2. Ответить на контрольные вопросы.

### **1. Гибка металла**

**Гибкой (изгибанием)** называется операция, в результате которой заготовка принимает требуемую форму (конфигурацию и размеры за счет растяжения наружных слоев металла и сжатия внутренних).

Гибка металла является наиболее распространенной операцией при выполнении санитарно-технических и вентиляционных работ. Гибку прутков, полосовой стали осуществляют в тисках и на наковальне. Гибку прокатной уголкового стали (например, для изготовления фланцев)



осуществляют на специальных станках. Гибку труб выполняют как вручную, так и с помощью механизмов.

Широкое применение узлов трубопровода, изготовленных с помощью гнутья, объясняется меньшим их гидравлическим сопротивлением по сравнению с использованием фасонных частей, а также меньшей трудоемкостью изготовления и монтажа.

#### **Виды изогнутых деталей:**

**Отвод** – деталь, изогнутая под углом 45, 60, 90 или 135°. Его применяют при поворотах трубопровода. Радиусами кривизны, при которых труба не расходится по шву, являются для труб диаметром 15..20мм два наружных диаметра трубы.

**Утка** или **отступ** – деталь с двумя изогнутыми частями, обычно под углом 135°. Утки применяют в тех случаях, когда присоединяемая к трубопроводу деталь лежит не в одной плоскости с трубой или при обходе препятствий.

**Скоба** - деталь с тремя изогнутыми углами. Центральный угол обычно равен 90°, а боковые – по 135°. Скобы используют при обходе другой трубы.

**Компенсатор** – деталь П-образной формы, устанавливаемая для восприятия температурных удлинений трубопровода.

**Калач** – деталь в форме правильной полуокружности. Калач заменяет два отвода и его используют преимущественно для соединения двух нагревательных приборов, расположенных один над другим, на подводках к приборам.

**Разметка труб для гнутья:** до гибки необходимо подсчитать заготовительную длину отрезка трубы, чтобы после изгиба получить заготовку, размер которой соответствует размерам, указанным на эскизах гнутых деталей трубопровода.

**Заготовительной длиной** называется длина детали в выпрямленном виде или размер прямого куска трубы, из которого изготавливают изогнутую деталь.

**Монтажной длиной** называется действительная длина детали трубопровода без накруток на нее фасонных частей или арматуры, то есть длина участка между осями изгиба, длина от концов изогнутой детали до точки пересечения осевых линий в изгибе и между точками пересечения осевых линий изогнутых частей.

## **2. Инструменты, приспособления и материалы, применяемые при гибке**

В качестве инструментов при гибке листового материала толщиной от 0,5мм, полосового и пруткового материала толщиной до 0,6мм применяют стальные слесарные молотки с квадратными и круглыми бойками массой от 500 до 1000г, молотки с мягкими вставками, деревянные молотки,

плоскогубцы и круглогубцы. Выбор инструмента зависит от материала заготовки, размеров ее сечения и конструкции детали, которая должна получиться, в результате гибки.

Гибку молотком производят в слесарных плоскопараллельных тисках с использованием оправок, форма которых должна соответствовать форме изгибаемой детали с учетом деформации металла.

**Молотки с мягкими вставками и деревянные молотки – киянки** применяют для гибки тонколистового материала толщиной до 0,5мм, заготовок из цветных металлов и предварительно обработанных заготовок. Гибку производят в тисках с применением оправок и накладок (на губки тисков) из мягкого материала.

**Плоскогубцы и круглогубцы** применяют при гибке профильного проката толщиной менее 0,5мм и проволоки. Плоскогубцы предназначены для захвата и удержания заготовок в процессе гибки. Они имеют прорезь около шарнира. Наличие прорези позволяет производить откусывание проволоки. Круглогубцы также обеспечивают захват и удержание заготовки в процессе гибки и, кроме того, позволяют производить гибку проволоки.

**Ручная гибка в тисках** – сложная и трудоемкая операция, поэтому для снижения трудовых затрат и повышения качества ручной гибки используют различные приспособления. Эти приспособления предназначены для выполнения узкого круга операций и изготавливаются специально для них.

Наиболее сложной операцией является гибка труб. Необходимость в гибке возникает в процессе сборочных и ремонтных операций. Гибку труб производят как в холодном, так и в горячем состоянии.

Холодная гибка труб осуществляется в станках Вольнова (ручная гибка) и на механизированных аналогах с применением дорна. Горячая гибка труб дает более качественный результат.

Для предупреждения появления деформаций внутреннего просвета трубы в виде складок и сплющивания стенок гибку осуществляют с применением специальных наполнителей.

Простейшим приспособлением для гибки труб является плита, закрепляемая на верстаке или в тисках, с отверстиями, в которых устанавливаются штифты. Штифты выполняют роль упоров, необходимых при гибке трубы. Применяются также роликовые приспособления различ

### **3. Гибка стальных труб в холодном состоянии**

В холодном состоянии трубы изгибают на ручных трубогибочных механизмах. Для ручной гибки труб применяют станки Вольнова, а для механизированной – механизмы ВМС-16, ВМС-23В, ВМС-26, ВМС-28 и ГСТМ-21.

**станок Вольнова трубогиб с гидравлическим прижим с набивкой песка и приводом ТГР нагревом газовой горелкой**

1-основание; 2-изгибаемая труба; 3-серьга фиксации трубы; 4-оси роликов; 5-рукоятка; 6-ролик;

7-сектор; 8-поршень; 9-прижим; 10-пробка; 11-песок; 12-газовая горелка

#### **4. Гибка стальных труб в горячем состоянии**

При прокладке трубопроводов больших диаметров для изменения направления трубопроводов применяют крутоизогнутые отводы с радиусом кривизны, равным одному-двум диаметрам трубы. Стальные трубы диаметром свыше 30мм гнут в нагретом состоянии с наполнителем.

Местогиба нагревается при этом сварочной горелкой до температуры 850..1100°С на длине, равной примерно шести диаметрам. Чтобы при нагревании мог выходить воздух в пробках которыми заглушена труба делают небольшие отверстия, иначе пробки могут выскочить или может разорвать трубу. После нагрева трубу загибают по копиру вручную.

**Наполнители** при гибке труб выбирают в зависимости от материала трубы, ее размеров и способа гибки. В качестве наполнителей используют:

- песок – при гибке труб диаметром от 10мм и более из отожженной стали с радиусом гибки более 200мм, если она осуществляется и в холодном, и в горячем состоянии; труб диаметром свыше 10мм из отожженной меди и латуни при радиусе гибки до 100мм в горячем состоянии;
- канифоль – при гибке в холодном состоянии труб отожженных меди и латуни при радиусе гибки до 100мм.

При гнутье труб следует соблюдать меры предосторожности:

- работать в перчатках;
- прочно закреплять изгибаемую трубу в гибочном устройстве;
- использовать гибочные ролики, и только те оправки, которые предназначены для гибки труб данного диаметра;
- не допускать присутствия посторонних вблизи места гибки труб;
- двигать рычаги ручных гибочных приспособлений так, чтобы рабочий ход был направлен вперед «от себя».

#### **5. Правила выполнения работ при ручной гибке металла**

При изгибании листового и полосового материала в тисках разметочную риску необходимо располагать точно, без перекосов, на уровне губок тисков в сторону изгиба. Полосовой материал толщиной свыше 3,0мм следует избегать только в сторону неподвижной губки тисков.

При гибке из полос и прутков деталей типа уголков, скоб разной конфигурации, крючков, колец и других деталей следует предварительно рассчитывать длину элементов и общую длину развертки детали, размечая при этом места изгиба. При необходимости использовать мерные оправки.

При массовом изготовлении деталей типа скоб необходимо применять оправки, размеры которых соответствуют размерам элементов детали, что исключает текущую разметку мест изгиба.

При гибке листового и полосового металла в приспособлениях необходимо строго придерживаться прилагаемых к ним инструкций.

При гибке газовых или водопроводных труб любым методом шов должен располагаться внутри изгиба.

## 6. Типичные дефекты при гибке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причины	Способ предупреждения
При изгибании уголка из полосы он получился перекошенным.	Неправильное закрепление заготовки в тисках.	Закрепить полосу так, чтобы риска разметки точно располагалась по уровню губок тисков. Перпендикулярность полосы губкам тисков проверять угольником.
Размеры изогнутой детали не соответствуют заданным.	Неточный расчет развертки, неправильно выбрана оправка.	Расчет развертки детали производить с учетом припуска на загиб и последующую обработку. Точно производить разметку мест изгиба. Применять оправки, точно соответствующие заданным размерам детали.
Вмятины (трещины) при изгибании трубы с наполнителем.	Труба недостаточно плотно набита наполнителем.	Трубу при заполнении наполнителем (сухим песком) располагать вертикально. Постукивать по трубе со всех сторон молотком.

## 7. Правила безопасности труда при гибки металла

- \* надежно закреплять заготовки в слесарных тисках или других приспособлениях;
- \* работать только на исправном оборудовании;
- \* слесарные молотки должны иметь хорошие ручки, быть плотно насажены и расклинены;
- \* не класть оправки и инструменты на край верстака;
- \* при гибки проволоки не держать левую руку близко к месту сгиба;
- \* не стоять за спиной работающего;
- \* работу выполнять осторожно, чтобы не повредить пальцы рук;
- \* работать в рукавицах и застегнутых халатах.

### **Контрольные вопросы:**

1. Почему расчет длины заготовки для последующей гибки производят по нейтральной линии?
2. Почему при использовании наполнителя при гибки труб не происходят деформации?
3. В каких случаях и почему при гибки используют молотки с мягкими вставками?
4. Что учитывается при выборе ударного инструмента для гибки?
5. Почему при использовании специальных гибочных приспособлений при гибки труб не требуется применение наполнителя?
6. Какие явления возникают при гибки?
7. Какие способы гибки труб, применяют на практике?
8. Какие встречаются дефекты при гибки металла и как их устранить?
9. Какие инструменты и приспособления используются при гибки металла и для чего они служат?
10. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при гибки металла?

## **Практическое занятие №7**

### **Тема: «Правка металлов»**

**Цель:** Научиться применять слесарный инструмент и производить правку деталей из металла

**Время:** 2 часа.

#### **Оборудование и материалы.**

1. Металл для правки, слесарный верстак, рихтовочная плита, молотки
3. Учебная литература.

#### **Задание.**

1. Произвести правку деталей из металла.
2. Ответить на контрольные вопросы.

### **1. Правка металла**

**Правка** – это операция по выпрямлению изогнутого или покоробленного металла, который можно подвергать только пластичные материалы: алюминий, сталь, медь, латунь, титан.

Различают два вида правки металла: правка в холодном состоянии и в горячем. Правку осуществляют на специальных правильных плитах, которые изготавливают из чугуна или стали.

Правку мелких деталей можно производить на кузнечных наковальнях. Правка металлов выполняется молотками различных типов в зависимости от состояния поверхности и материала детали, подвергаемой правке.

При правке заготовок с необработанной поверхностью используют молотки с круглыми бойками массой 400г. Круглый боек оставляет на поверхности меньшие следы, чем квадратный.

При правке заготовок с обработанной поверхностью используют молотки, имеющие бойки с мягкими вставками (из меди, алюминия), которые не оставляют следов на поверхности. При правке листового материала используют деревянные молотки-киянки, а очень тонкие листы правят деревянными или металлическими брусками –гладилками.

Правку осуществляют несколькими способами: изгибом, вытягиванием и выглаживанием.

**Правку изгибом** применяют при выправлении круглого (прутки) и профильного материала, которые имеют достаточно большое поперечное сечение. В этом случае пользуются молотками со стальными бойками. Заготовка располагается на правильной плите изгибом вверх и удары наносят по выпуклым местам, изгибая заготовку в сторону, противоположную имеющемуся изгибу. По мере выправления заготовки силу удара уменьшают.

**Правку вытягиванием** используют при выправлении листового материала, имеющего выпуклости или волнистость. Производят такую правку молотками с бойками из мягких металлов или киянками. В этом случае заготовку укладывают на правильную плиту выпуклостями вверх и наносят частые несильные удары, начиная от границы выпуклости, по направлению к краю заготовки. Сила ударов постепенно уменьшается. При этом металл вытягивается к краям заготовки и выпуклость за счет этого вытяжения выправляется.

**Правку выглаживанием** применяют в тех случаях, когда заготовка имеет очень малую толщину. Выглаживание осуществляют деревянными или металлическими брусками. Заготовку выглаживают на правильной плите, вытягивая материал при помощи гладилок от края неровности к краю заготовки, и за счет вытягивания материала добиваются выравнивания поверхности заготовки.

## **2. Инструменты и приспособления, применяемые при правке**

**Правильные плиты** изготавливают из серого чугуна с рабочими поверхностями 1,5×5,0; 2,0×2,0; 1,5×3,0; 2,0×4,0м. На таких плитах правят профильные заготовки и заготовки из листового и полосового материала, а также прутки из черного и цветного металла.

**Рихтовальные бабки** применяют для правки рихтовки заготовок из металлов высокой твердости или предварительно закаленных металлов. Рихтовальные бабки изготавливают из стальных заготовок диаметром 200..250мм, их рабочая часть имеет сферическую или цилиндрическую форму.

**Молотки** при правке применяют для приложения силового усилия в месте правки. В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемой заготовки и ее толщины выбирают различные типы молотков. При правке заготовок из пруткового и полосового материала применяют

молотки с квадратным и круглым бойком. Для правки обработанных поверхностей применяются молотки с мягкими вставками из алюминия и его сплавов или меди.

**Кувалды** представляют собой молотки большой массы (2,0...5,0кг) и используются для правки круглого и профильного проката большого поперечного сечения в тех случаях, когда сила удара наносимого обычным слесарным молотком, недостаточна для выправления деформированной заготовки.

**Киянки** – это молотки, ударная часть которых выполнена из дерева твердых пород, ими правят листовый материал из металлов высокой пластичности.

Характерная особенность правки киянками в том, что они практически не оставляют следов на выправляемой поверхности.

**Гладилки** металлические или деревянные (из твердых пород дерева: бук, дуб, самшит) предназначены для выправления (выглаживания) листового материала небольшой толщины (до 0,5мм). Этот инструмент в процессе обработки, как правило, не оставляет следов в виде вмятин.

### **3. Основные правила выполнения работ при правке**

- При правке полосового и пруткового материала (круглого, квадратного или шестигранного сечения) выправляемая деталь должна касаться правильной плиты или наковальни не менее чем в двух точках. Правку деформированной заготовки при этом нужно осуществлять за счет ее изгиба в сторону, противоположную имеющейся деформации.

- Силу ударов молотком или кувалдой распределять по длине деформированного участка и регулировать в зависимости от площади поперечного сечения материала, подлежащего правке, и величины деформации.

- При правке обработанных валов во избежание появления вмятин на обработанной поверхности необходимо пользоваться опорными призмами и прокладками из мягкого металла.

- Правку листового материала толщиной 0,5...0,7мм необходимо производить при помощи деревянных молотков – киянок. При отсутствии киянок допускается использование обычного стального молотка, но при этом необходимо между молотком и выправляемой поверхностью помещать деревянную проставку.

- При правке полос, изогнутых по ребру (рихтовке), а также листового материала со значительными деформациями необходимо применять способ правки растяжением.

- Правку полос с винтовым изгибом необходимо выполнять в ручных тисочках.

- Контроль качества правки следует производить в зависимости от конфигурации заготовки и ее исходного состояния: «на глаз» - визуально, линейкой, перекатыванием по плите; «на карандаш» - путем вращения выправленного вала в центрах ручного винтового прессы.

- При правке полосового и пруткового материала на плите (наковальне) необходимо пользоваться рукавицами, правку выполнять молотком или кувалдой, прочно насаженной на рукоятку.

#### 4. Типичные дефекты при правке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
После правки обработанной детали в ней имеются вмятины.	Правка производилась ударами молотка или кувалды непосредственно по детали.	Правку производить через прокладку или наставку из мягкого металла, при правке обработанные цилиндрические детали устанавливать на призмы.
После правки листового материала киянкой или молотком через деревянную наставку лист значительно деформирован.	Применялись недостаточно эффективные способы правки.	Применить способ правки путем растяжения металла по краям выпуклости, чередуя этот способ с правкой прямыми ударами.
После рихтовки полоса непрямолинейна по ребру.	Процесс правки не окончен.	Правку заканчивать ударами по ребрам полосы, переворачивая ее в процессе правки на 180°.

#### 5. Правила безопасности труда при правке металла

- осторожно обходиться с заготовками, поскольку листовой металл и проволока имеет острые кромки;
- работать только исправным инструментом (правильно насаженные молотки: ручки молотков должны быть без трещин с надежно закрепленными на них бойками; не иметь отколов на молотках);
- боек молотка должен иметь гладкую, полированную, слегка выпуклую поверхность;
- для предохранения рук от ударов и вибраций металла работать обязательно в рукавицах, так как заусенцы и острые кромки заготовок могут поранить руки;



- заготовку на плите или наковальне удерживать прочно;
- надежно крепить обрабатываемые заготовки;
- при правке полосы или прутки должны касаться не менее чем в двух точках;
- держать руку, которая удерживает заготовку, по возможности дальше от места удара молотком или киянкой;
- не стоять за спиной товарища, когда он работает;
- содержать рабочее место в чистоте и порядке, а инструменты – в исправном состоянии.

***Контрольные вопросы:***

1. Для чего предназначена правка металла?
2. Почему при правке металлов рекомендуют применять молоток с круглым, а не квадратным бойком?
3. Почему при правке мягких материалов и тонких листов рекомендуется использовать прокладки?
4. В какой последовательности правят стальные прутки и полосы?
5. Какие инструменты и приспособления применяются при правке металла?
6. В каких случаях необходимо применять способ правки растяжением?
7. Сколько точек должно касаться правильной плиты при правке полосового металла?
8. В каких случаях применяют правку изгибом?
9. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при правке металла?
10. Как выпрямить погнутый алюминиевый лист толщиной 0,3мм?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учебник/ Бондаренко Г.Г., Кабанова Т.А., Рыбалко В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018.— 761 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37076>
2. Солнцев Ю.П. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2018.— 784 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22533> — ЭБС «IPRbooks»
3. Заплатин В. Основы материаловедения. В. Заплатин, Ю. Сапожников, А. Дубов. Издательство – Academia, 2019 г., - 272 с.

### Дополнительная литература:

4. Маркировка железоуглеродистых, медных, алюминиевых и магниевых сплавов. Методические указания к выполнению лабораторной работы / сост. В.М.Александров, В.Н.Потехин, А.В.Прохоров. – Архангельск: САФУ, 2018. – 14с.
5. Натапов Б. С. Термическая обработка металлов: Учеб пособие для вузов.— Киев: Вища школа. Головное изд-во, 2017.-288 с.
6. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 2018. — 640 с.
7. ГОСТ 1412 - 85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки
8. ГОСТ 7293 - 85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки
9. ГОСТ 28394 - 89 Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки
10. ГОСТ 1215-79 Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия
11. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродиста обыкновенного качества. Марки
12. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали общие технические условия

13. ГОСТ 1435-99 Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали
14. ГОСТ 4543-2016Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия
15. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия
16. ГОСТ 801-78 Сталь подшипниковая. Технические условия
17. ГОСТ 5950-2000 Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия
18. ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки
19. ГОСТ 19265-73 Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия (с Изменениями N 1-6)
20. ГОСТ Р 52927-2015 Прокат для судостроения из стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Технические условия (с Поправкой)
21. ГОСТ 859-2014 Медь. Марки
22. ГОСТ 613-79 Бронзы оловянные литейные. Марки
23. ГОСТ 18175-78 Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки (с Изменениями N 1, 2)
24. ГОСТ 493-79 Бронзы безоловянные литейные. Марки
25. ГОСТ 17711-93 Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки
26. ГОСТ 15527-2004 Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки
27. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки
28. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия
- 29.
30. ГОСТ 19807-91. Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки.
31. ГОСТ 2856-79. Сплавы магниевые литейные. Марки
32. ГОСТ 14957-79. Сплавы магниевые деформируемые. Марки.