



Материаловедение и обработка материалов

Лекция 8

Классификация легированных сталей.

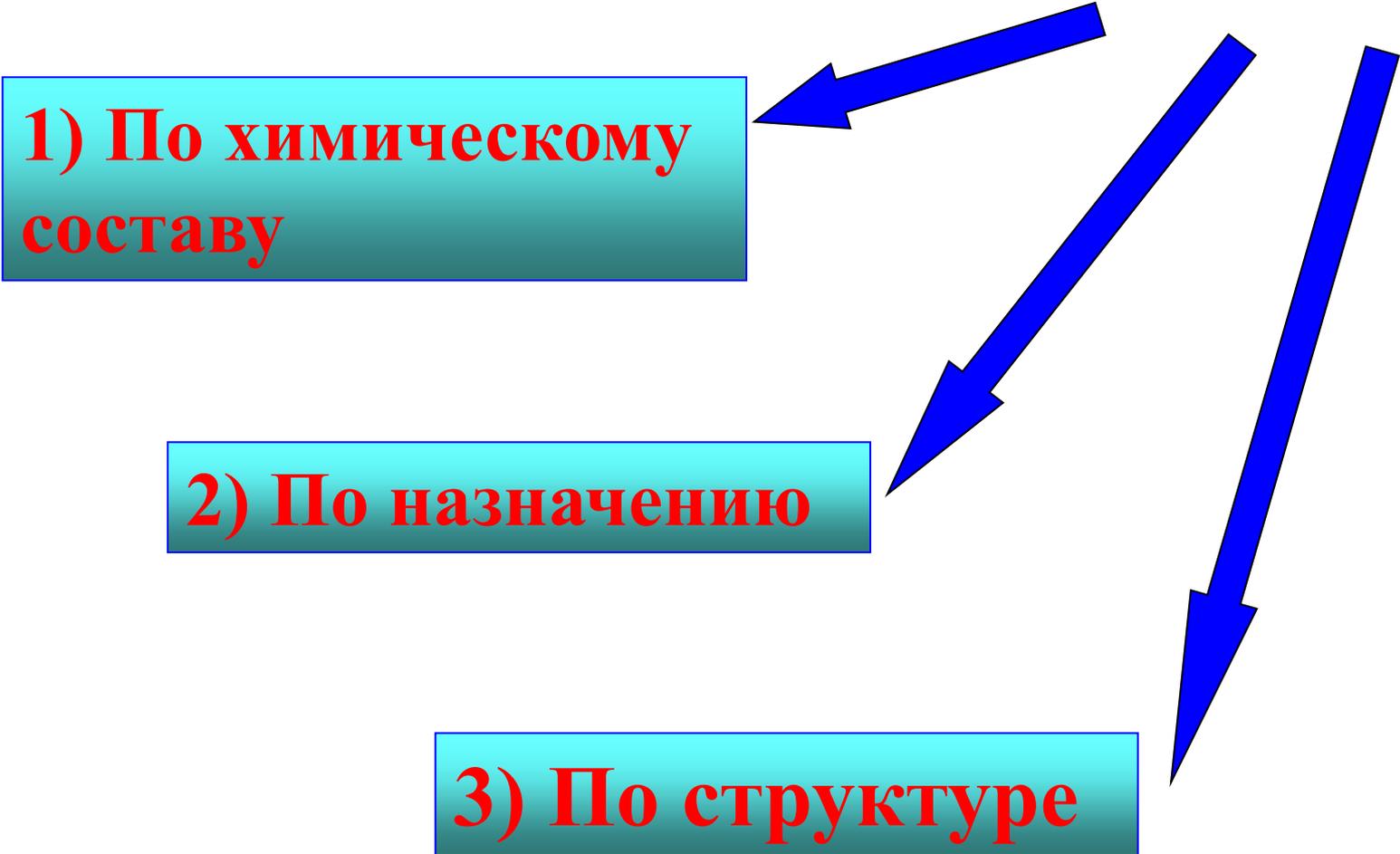
Сплавы на основе цветных металлов

Lec_8_MiOM_1MA_LNA_10_05_2016

Доцент Лалазарова Н.А.

8.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ

1) По химическому составу



2) По назначению

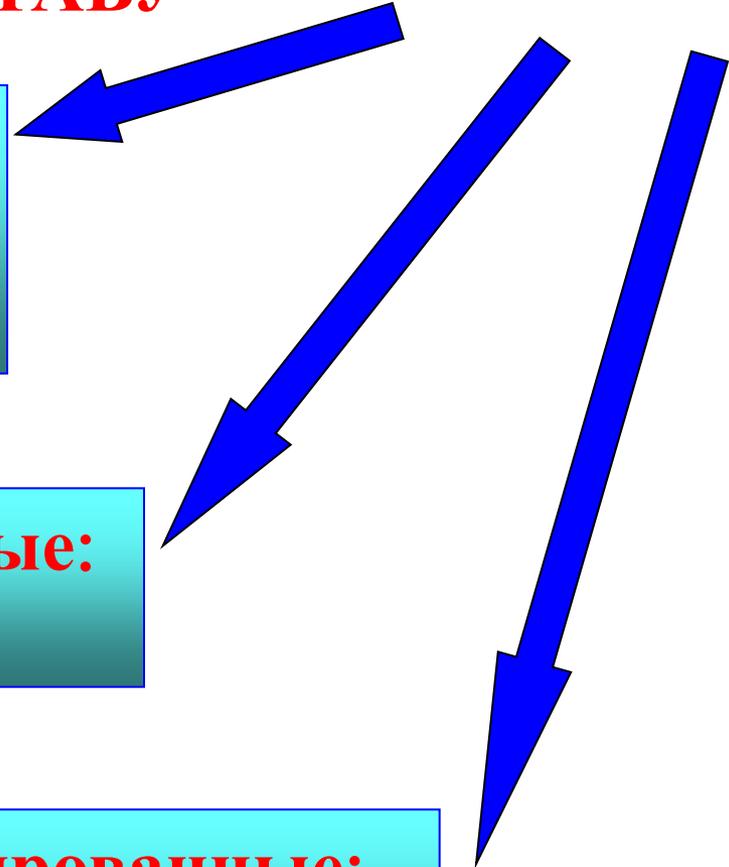
3) По структуре

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

1) Низколегированные:
Σ легирующих элементов
(л.э.) < 2,5%.

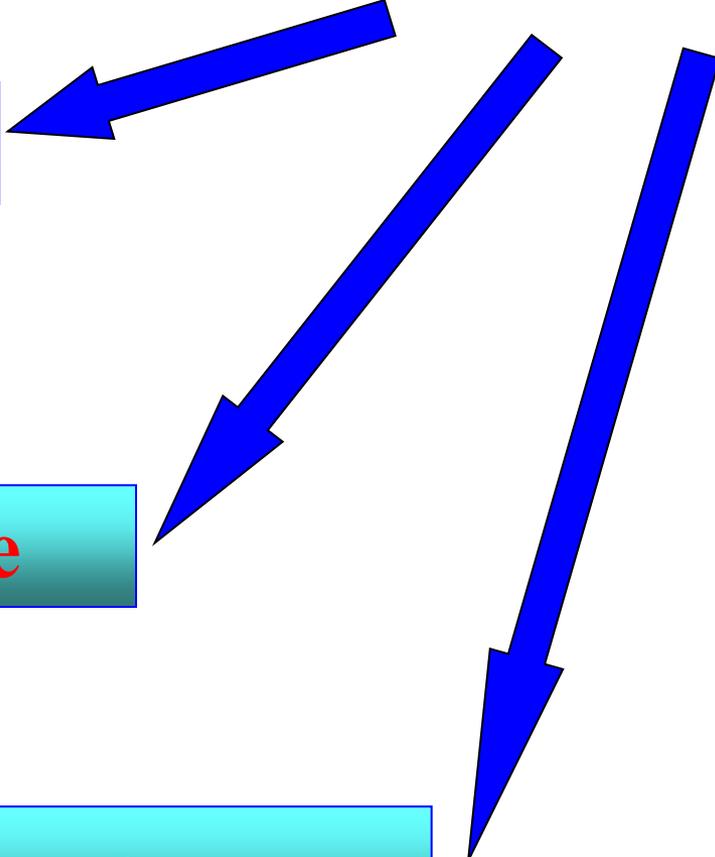
2) Среднелегированные:
Σ л.э. = 2,5-10%.

3) Высоколегированные:
Σ л.э. > 10 %.



8.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

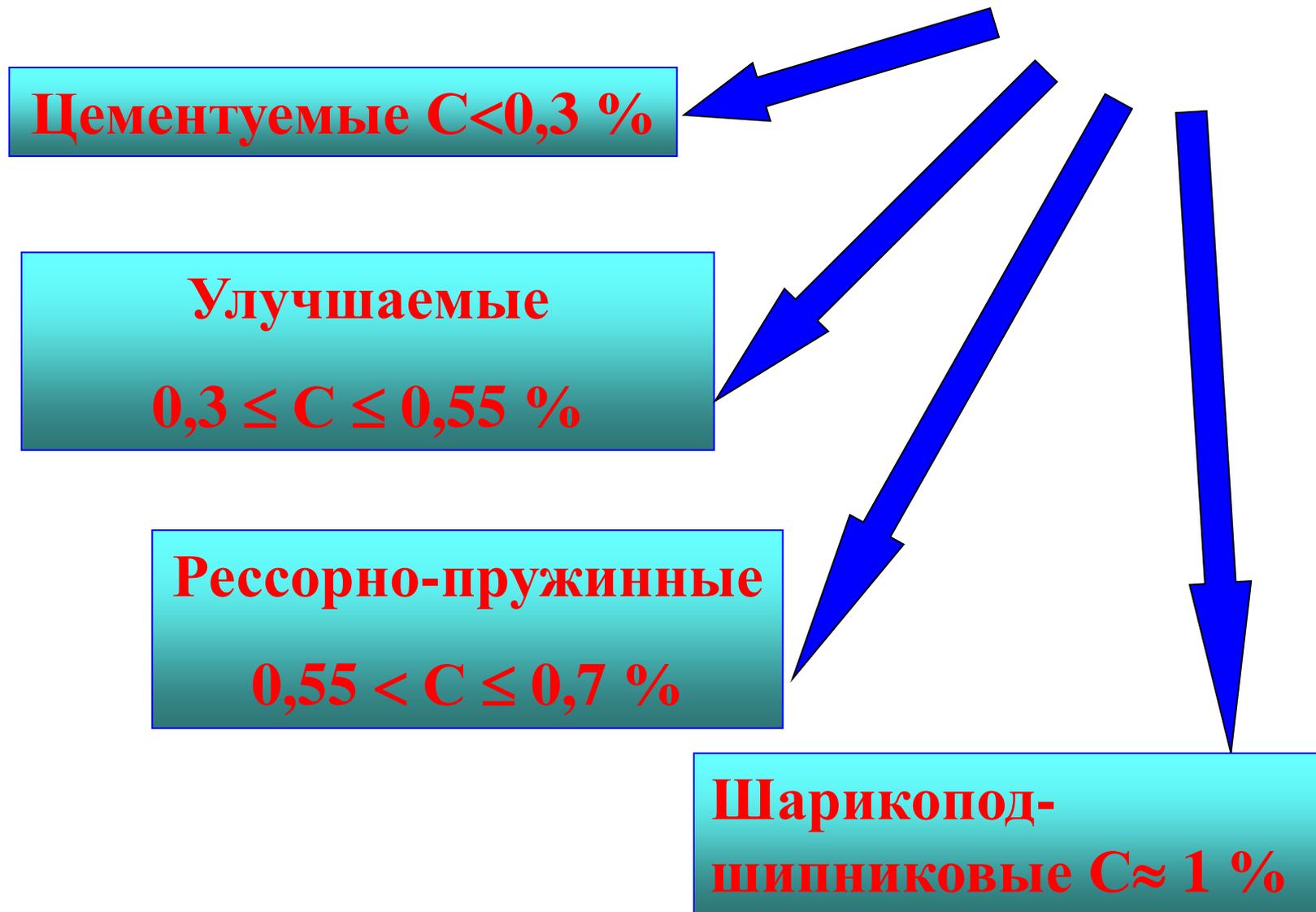
1) Конструкционные



2) Инструментальные

3) Специальные

8.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ



ОБОЗНАЧЕНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Легирующие элементы в сталях обозначаются буквами:
А – азот (N); Б – ниобий (Nb); В – вольфрам (W); Г – марганец (Mn); Д – медь (Cu); Е – селен (Se);

К – кобальт (Co);
М – молибден (Mo);
Н – никель (Ni);
Р – бор (B);

С – кремний (Si);
Т – титан (Ti);
Ф – ванадий (V);
Х – хром (Cr);
Ю – алюминий (Al).

Буква А в конце марки указывает на качество стали.

ЦЕМЕНТУЕМЫЕ СТАЛИ

Углеродистые с не упрочняемой сердцевиной (сталь 15, сталь 20) – для деталей, которые не испытывают больших нагрузок

Со слабо упрочняемой сердцевиной (сталь 20Х, 20ХН) – для средненагруженных деталей

С сильно упрочняемой сердцевиной (сталь 18ХГТ, 20ХГР, 18Х2Н4ВА) – для высоконагруженных деталей



ЦЕМЕНТУЕМЫЕ СТАЛИ

Общий режим термической обработки включает:

Цементацию



Закалку

Низкий отпуск

Структура в поверхностном слое – мартенсит отпуска высокоуглеродистый и карбиды.

УЛУЧШАЕМЫЕ СТАЛИ

К улучшаемым относятся среднеуглеродистые нелегированные (сталь 35, 40, 45) и легированные стали. Из углеродистых сталей наиболее распространённой является сталь 45.

Легированные улучшаемые стали применяются для более крупных и нагруженных ответственных деталей.



Хромокремнистые и хромокремнемарганцевые стали (30ХГСА, 35ХГСА, 38ХС и др.).

Хромоникелевые стали 40ХН, 45ХН, 30ХН3А обладают хорошим сочетанием прокаливаемости и вязкости. Так, сталь 30ХН3А прокаливается в сечениях до 100 мм.

**ЗАВИСИМОСТЬ КРИТИЧЕСКОГО
ДИАМЕТРА УЛУЧШАЕМЫХ СТАЛЕЙ
ОТ СТЕПЕНИ ИХ
ЛЕГИРОВАННОСТИ**

Группа	Марка стали	Критический диаметр, D_k мм
I	40, 45	~10
II	40X, 40XP	до 20
III	35XГС, 40XГС	до 30
IV	40XНМ, 40XГР	до 40
V	38XНЗМФ	более 100

УЛУЧШАЕМЫЕ СТАЛИ

Улучшаемые стали подвергаются: **закалке и высокому отпуску**. Структура после такой термической обработки – **сорбит отпуска**.

Улучшаемые стали (40, 40Х, 35ХГС) легируют с целью повышения прокаливаемости.



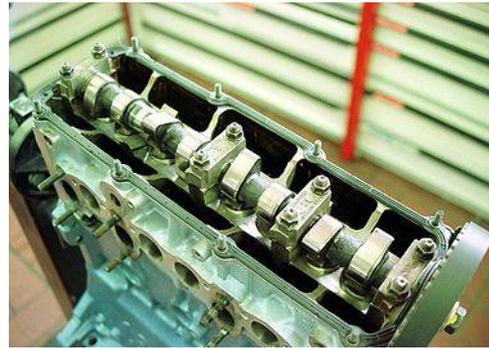
Чем больше сечение детали, тем более легированную сталь следует применять.

Величина критического диаметра в улучшаемых сталях находится в пределах от 10 мм до 100 мм.

УЛУЧШАЕМЫЕ СТАЛИ

Хромоникельмолибденовые стали являются наилучшими конструкционными сталями, обладающими наиболее глубокой прокаливаемостью и высокой вязкостью.

К ним относятся стали **30ХН2М,** **40ХН2МА** и др.



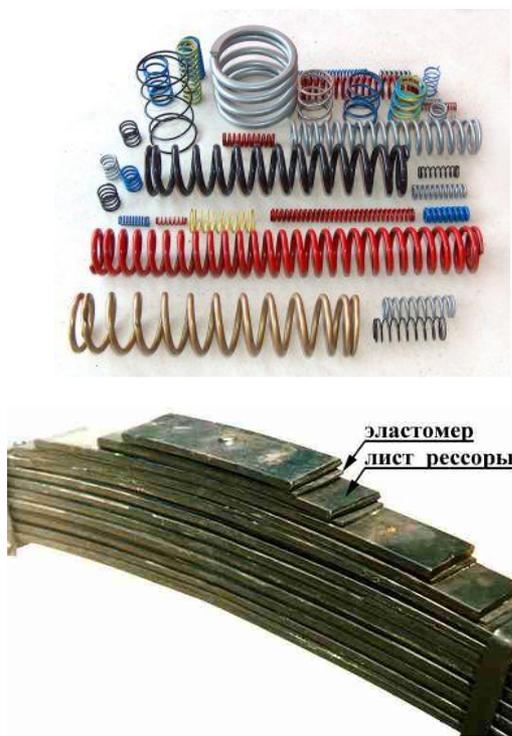
Эти стали применяют для изготовления ответственных крупных деталей сечением 100 и более мм, работающих в тяжёлых условиях.

При выборе марки стали необходимо учитывать условия её работы и нагрузки, которые она испытывает, конструкцию и размеры.

РЕССОРНО-ПРУЖИННЫЕ СТАЛИ

Рессорно-пружинные стали используются для изготовления **рессор и пружин**. Под действием нагрузки рессоры и пружины деформируются, а после прекращения действия нагрузки – восстанавливают свою первоначальную форму и размеры.

В связи с этим основным требованием, предъявляемым к сталям для рессор и пружин, является **высокое значение условного предела текучести - $\sigma_{0,2}$** .



Пружины и рессоры изготавливают из:
1) углеродистых сталей. Из сталей 65, 70, 75 изготавливают пружины, которые испытывают невысокие напряжения.

2) легированных конструкционных сталей.

РЕССОРНО-ПРУЖИННЫЕ СТАЛИ

Рессорно-пружинные стали легируют такими элементами, которые повышают предел текучести, приближая значение его к значению временного сопротивления σ_B : Si, Mn, Cr, V, W.

Особенно нужно выделить кремний и марганец (сталь 65Г, 60С2). Для наиболее ответственных и тяжело нагруженных пружин применяют стали **50ХФА**, **50ХГФА**.



Стали этой группы подвергаются **термической обработке**:
1) закалка,
2) средний отпуск.

Рессоры

Структура стали после такой обработки – **троостит отпуска**.

ШАРИКОПОДШИПНИКОВЫЕ СТАЛИ

Шарикоподшипниковые стали используют для изготовления подшипников качения.

Кольца, шарики и ролики подвергаются воздействию высоких удельных нагрузок, абразивному износу, химическому износу вследствие контакта с атмосферой или смазкой, содержащей примеси.



Поэтому основными требованиями, предъявляемыми к шарикоподшипниковой стали, являются **твёрдость** и **износостойкость**.

Содержание углерода порядка одного процента и в их состав обязательно входит хром.

ШАРИКОПОДШИПНИКОВЫЕ СТАЛИ

В обозначении марки стали **ШХ6** буквы «ШХ» расшифровываются как шарикоподшипниковая хромистая, следующие за ними цифры указывают содержание в стали хрома в десятых долях процента – 0,6 %. Марки: ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ (1,5% Cr, 1%Si и Mn).

Хром повышает прокаливаемость стали, дальнейшее повышение прокаливаемости достигается введением марганца и кремния.



Термическая обработка шарикоподшипников:

1) закалка (800–860 °С), 2) низкий отпуск (150–160 °С).

ШАРИКОПОДШИПНИКОВЫЕ СТАЛИ

Структура – мартенсит отпуска с равномерно распределёнными мелкими избыточными карбидами.

Чем больше хрома в стали, тем больше величина критического диаметра.



В стали ШХ6 критический диаметр равняется 10 мм, в стали ШХ9 – 15 мм, в стали ШХ15 – 25 мм,

в стали ШХ15СГ – 65 мм при охлаждении в масле.

8.4. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ. ЛАТУНИ

Медные сплавы – **латуни и бронзы**. Медные сплавы обладают достаточно высоким уровнем механических и технологических свойств, износостойкостью и **коррозионной стойкостью**. Латунь — это сплав на основе меди, где основным легирующим элементом является цинк.

Латуни делятся по составу на:

- простые – легированные только цинком, Л90: 90 % Cu, остальное – Zn.



- сложные – легированные свинцом, оловом, никелем, марганцем.

Латуни делятся по технологическому признаку на:

- деформируемые,
- литейные.

МАРКИ И СВОЙСТВА ЛАТУНЕЙ

Марка	Предел прочности при растяжении, σ_B МПа	Относительное удлинение, δ %	Твердость, НВ	Назначение
Деформируемые латуни				
Л90 Л80	260 320	45 52	53 53	Детали трубопроводов, фланцы, бобышки
Л68	320	55	55	Теплообменные аппараты, работающие при температуре до 250° С
Литейные латуни				
ЛС59-1Л	200	20	80	Втулки, арматура, фасонное литьё
ЛМЦС58-2-2	350	8	80	Антифрикционные детали — подшипники, втулки
ЛМЦЖ.55-3-1	500	10	100	Гребные винты, лопасти, их обтекатели, арматура, работающая до 300° С
ЛА67-2,5	400	15	90	Коррозионностойкие детали
ЛАЖМц-66-6-3-2	650	7	160	Червячные винты, работающие в тяжелых условиях

ЛАТУНИ

Деформируемые латуни - из них изготавливают листы, ленты, трубы, проволоку и другие полуфабрикаты обработкой давлением.

Простая латунь марки **Л63**: 63 % Cu, остальное – Zn. Изготавливают проволоку, трубы. Используют как припой.



В сложных латунях каждый легирующий элемент обозначен определённой буквой: А – Al, Ж – Fe, Мц – Mn, О – Sn, С – Pb. Цифры показывают содержание элемента в процентах.

ЛЖМц59-1-1 (59% меди, 1% железа, 1% марганца, остальное – цинк). Сочетает высокие механические свойства с хорошими антифрикционными и повышенной коррозионной стойкостью в атмосферных условиях и в морской воде.

ЛАТУНИ

Обрабатываемость резанием улучшается присадкой в состав латуни свинца, например, латунь марки **ЛС59-1 (59% меди, 1% кремния, ост. - цинк)**, которую называют “автоматной латунью”, она обладает хорошими антифрикционными свойствами.

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую повышают оловом. Латунь **ЛО70-1** стойкая против коррозии в морской воде и называется “морской латунью”.



Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Однофазные α -латуни используются для изготовления деталей деформированием в холодном состоянии. Изготавливают ленты, гильзы патронов, радиаторные трубки, проволоку.

ЛАТУНИ

В **литейных латунях** после «Л» идёт буква «Ц», которая показывает количество Zn, а дальше буквы и цифры, обозначающие легирующие элементы и их содержание. Например, латунь **ЛЦ40Мц1,5** содержит: 40 % цинка, 1,5 % марганца, остальное – медь.

Латунь марки **ЛЦ40Мц3Ж** применяется для отливки гребных винтов.



ЛЦ40С - для литья арматуры, втулок и сепараторов шариковых и роликовых подшипников.

ЛЦ38Мц2С2 - для изготовления конструктивных деталей и аппаратуры для судов; антифрикционных деталей несложной конфигурации (втулки, вкладыши, ползуны, арматура вагонных подшипников).

8.5. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ. БРОНЗЫ

Бронзы – это сплавы меди и других легирующих элементов, в том числе и цинка.

В зависимости от легирующего элемента бронзы делятся на оловянные, алюминиевые, кремнистые, свинцовые, бериллиевые.



По химическому составу бронзы делятся на простые и сложные. По технологическому признаку – на деформируемые и литейные.

Деформируемые бронзы: БрОЦ4-2 - 4 % олова, 23 % цинка, остальное – медь).

БРОНЗЫ

Литейные бронзы: БрОЗЦ12С5 - 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь.

Бронзы делятся на *оловянные* и *безоловянные*.

Литейные оловянные бронзы (БрОЗЦ12С5, БрО5ЦНС5) имеют хорошие литейные свойства из них делают детали сложной формы.



Деформируемые оловянные бронзы (БрОЦ4-3, БрОФ6,5-0,4) хорошо свариваются и поступают в виде прутков, труб, лент и проволоки в нагартованном (твердом) и отожженном (мягком) состояниях.

Алюминиевые бронзы применяют для различных втулок, фланцев, шестерен. Они хорошо сопротивляются коррозии и имеют высокие механические и технологические свойства.

БРОНЗЫ

Кремнистые бронзы обладают высокими механическими свойствами, упругостью и коррозионной стойкостью, применяются для изготовления пружин и пружинящих деталей приборов, работающих при повышенных температурах, в агрессивных средах.

Бериллиевые бронзы – БрБ2 - упрочняются термической обработкой – закалкой и старением.



Из них изготавливают мембраны, пружины, пружинящие контакты, детали, работающие на износ.

Бронза БрС30 используется в качестве антифрикционных материалов в подшипниках скольжения.

8.6. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

По способу изготовления алюминиевые сплавы делят на три группы: деформируемые, литейные, порошковые.

Деформируемые сплавы

имеют высокую технологическую пластичность и используются для изготовления прутков, профилей, труб прокаткой, ковкой, прессованием и др.



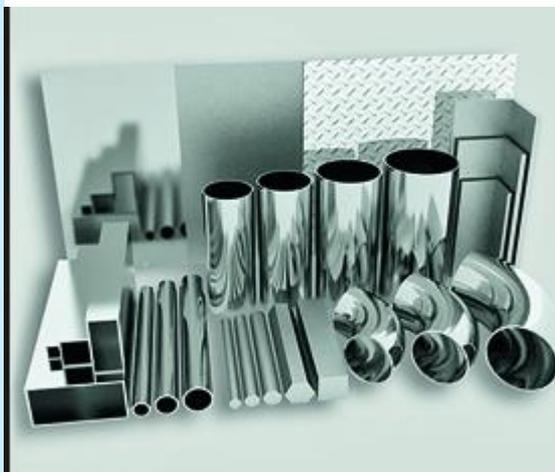
Деформируемые алюминиевые сплавы маркируются по двум системам – буквенно-цифровой и цифровой. Так например, *дуралюмины* (алюминиевые сплавы, содержащие медь, магний и марганец) обозначаются буквой Д (Д1, Д16).

По новой системе согласно ДСТУ11069-01 алюминиевые сплавы маркируют цифрами. Например, Д16 – 1160.

СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

По способности упрочняться термической обработкой алюминиевые сплавы делятся на упрочняемые термической обработкой и неупрочняемые.

Упрочняющая термическая обработка **дуралюминов**, где основным легирующим элементом является медь, заключается в закалке с последующим старением.



Название происходит от немецкого города **Дюрен**, *Düren*, где в 1909 году было начато его промышленное производство

После термообработки характеризуются повышенной прочностью 450—500 МПа и достаточной пластичностью и ударной вязкостью. Недостаток дуралюминов — низкая коррозионная стойкость. Листы дуралюминов, как правило, плакируют чистым алюминием.



**Из деформируемых
алюминиевых сплавов
изготавливают кузова
автомобилей.**



СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Литейные алюминиевые сплавы согласно ДСТУ 1583-93 маркируются буквой А (алюминиевые сплавы) после которой ставят буквы, соответствующие определённому легирующему элементу (например, К – кремний, М – медь и др.), и цифры, показывающие содержание легирующего элемента в процентах. Например, сплав АК12М2 содержит ~ 12 % кремния, 2 % меди.

Литейные сплавы – высококремнистые - **силумины**: АК12 (12 % кремния), многокомпонентный силумин АК9М4.



Силумины подвергают термической обработке – старению.

Завод «Автрамат» производит поршни из сплава состава сплава АК12М2МгН. Это сплав, который содержит: магния – 0,8...1,3%; кремния – 11...13%; марганца – 0,3...0,6%; меди – 1,5...3,0%; никеля – 0,8...1,3%; алюминий. Из силуминов изготавливают блоки цилиндров.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким признакам классифицируют стали?

2. На какие группы делятся легированные стали по назначению?

3. На какие группы делятся легированные конструкционные стали?

4. Какие стали относятся к цементуемым? Какой термической обработке их подвергают? Назовите области применения.

5. Какие стали относятся к улучшаемым? Какой термической обработке их подвергают? Назовите области применения.

6. Какие стали относятся к шарикоподшипниковым? Какой термической обработке их подвергают? Назовите области применения.

8. Что такое латунь? Классификация и маркировка латуней.

8. Классификация и маркировка алюминиевых сплавов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить классификацию электротехнических материалов по проводимости.

2. Изучить проводниковые материалы.

3. Изучить диэлектрические материалы.

4. Изучить полупроводниковые материалы.

5. Изучить основные свойства и классификацию магнитных материалов.

6. Изучить магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы.



Кафедра технології металів і матеріалознавства

г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М
Tel.(8-057)707-37-92

