

Цель работы: изучить классификацию, маркировку, свойства и область применения цветных металлов и сплавов.

Материальное обеспечение: узлы и детали машин и оборудования, выполненные из цветных металлов и сплавов, плакаты, справочная литература, методические указания.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Используя методические указания и справочную литературу, изучить маркировку наиболее распространенных цветных металлов и сплавов.

2. Определить свойства, указать химический состав и применение марок материалов, выданных студентам для изучения.

Отчет по выполнению работы

1. Привести характеристику меди и ее сплавов.
2. Привести характеристику алюминия и его сплавов.
3. Записать в таблицу марки материалов (выданные преподавателем), указать их химический состав и область применения.

Таблица 1.1. Марки, состав и применение металлов и их сплавов

Марка материала	Состав материала	Применение

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Цветные металлы применяются в изделиях машиностроения реже, чем черные. Это объясняется незначительным содержанием многих цветных металлов в земной коре, сложностью процесса их выплавки из руд, недостаточной прочностью, высокой ценой. Во многих случаях, когда это возможно, их заменяют черными металлами, пластмассами и другими материалами. Однако цветные металлы имеют ценные свойства, которые делают их применение в технике неизбежным. Например, медь и алюминий обладают высокой электро- и теплопроводностью и применяются в электропромышленности. В технике широко применяются не только чистые цветные металлы, но и их спла-

вы. Из огромного числа цветных металлов и сплавов наибольшее распространение получили сплавы на основе меди, алюминия, магния, титана, которые нашли широкое применение в качестве продукции технического, бытового и специального назначения (химической промышленности, самолето- и ракетостроении, в космической технике).

Цветные металлы имеют специфический цвет, не обладают полиморфизмом, отличаются малой твердостью, большой пластичностью, относительно низкой температурой плавления. Цветные металлы подразделяются на легкие, легкоплавкие и благородные:

- к легким металлам относят алюминий, бериллий и магний;
- к легкоплавким – висмут, галлий, германий, индий, кадмий, олово, ртуть, свинец, сурьму, таллий и цинк;
- к благородным – золото, иридий, медь, осмий, палладий, платину, родий, рутений и серебро.

Из цветных металлов наибольшее применение нашли медь, алюминий и сплавы на их основе.

При обозначении сплавов и их составляющих применяются следующие буквы: **Л** – латунь, **Бр** – бронза, **А** – алюминий, **Б** – бериллий, **Вам** – ванадий, **Ж** – железо, **К** – кобальт, **Кр(К)** – кремний, **М** – медь, **Мг** – магний, **Мц** – марганец, **Мш** – мышьяк, **Н** – никель, **Нб** – ниобий, **О** – олово, **С** – свинец, **Ст** – селен, **Ср** – серебро, **Су** – сурьма, **ТТ** – тантал, **Тн** – титан, **Ф** – фосфор, **Х (Хр)** – хром, **Ц** – цинк.

3. МЕДЬ И ЕЕ СПЛАВЫ

Медь – пластичный металл, розовато-красного цвета, содержит различные примеси: висмут, железо, кислород, мышьяк, никель, олово, свинец, серу, серебро, сурьму, фосфор, цинк и другие элементы. Плотность меди составляет $8,94 \text{ г/см}^3$, температура плавления $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Некоторые марки, химический состав и назначение меди (ГОСТ 859–78) приведены в табл. 3.1. Индексы в марках меди имеют следующее значение: б – бескислородная, р – раскисленная. В технике широко применяются **сплавы меди: латуни и бронзы**, которые, сохраняя положительные качества меди (теплопроводность, электропроводность, коррозионную стойкость и др.), имеют более высокие механические, технологические и антифрикционные свойства.

Таблица 3.1. Медь, химический состав и назначение

Марка меди	Содержание меди, %	Назначение
M00	99,993	Катоды Слитки и полуфабрикаты (проволока, прутки, полосы, листы, трубы и другие изделия)
M0	99,97	
M0б	99,97	
M1	99,9	
M2	99,90*	
M2р	99,7*	
M3	99,5*	
M3р	99,5	
M4	99,00	

*Медь включает долю серебра.

Латунь – сплав меди с цинком и другими элементами. Марки некоторых деформируемых и литейных латуней и их назначение приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Марки и назначение некоторых латуней

Марка латуни	Примерное назначение
1	2
Латуни деформируемые (ГОСТ 15527–80)	
Л96 (томпак)	Радиаторные и конденсаторные трубы
Л90 (томпак)	Знаки отличия, фурнитура, художественные изделия
Л80 (полутомпак)	Проволочные сетки в целлюлозно-бумажной и шиферной промышленности, сильфоны, монометрические трубки, музыкальные инструменты
Л68	Детали, изготовленные холодной штамповкой и глубокой вытяжкой, трубы для теплообменников радиаторов, проволочные сетки
Л63	Проволока, прутки, ленты, полосы, листы, трубы, стаканы, колпачки, ступенчатые стержни
ЛА77-2	Конденсаторные трубы, высоконагруженная арматура, детали машин, стойкие к морской воде
ЛАЖ60-1-1	Прессованные прутки и трубы различных размеров для судо- и приборостроения
ЛАН 59-3-2	Высокопрочные и химически стойкие детали в судостроении, электромашиностроении и других спецпроизводствах
ЛМц58-2	Листы, проволока, ленты, полосы, прутки, для приборостроения, строительства, демпферных деталей
ЛО90-1	Конденсаторные трубы, теплотехническая аппаратура
ЛС63-3	Детали часов, втулок
ЛС74-3	Детали часов, втулок в автотракторной промышленности

1	2
ЛЖМц59-1-1	Трубы, листы, полосы, прутки (авиация, морское машиностроение)
ЛАМш77-2-0,05	Конденсаторные трубы морских судов
Латуни литейные (ГОСТ17711– 80)	
ЛКС80-3-3	Подшипники скольжения, втулки
ЛАЖ60-1-1Л	Втулки, подшипники, арматура
ЛС59-1Л	Арматура, втулки
ЛМцС58-2-2	Антифрикционные детали
ЛМцОС58-2-2-2	Зубчатые колеса

Примечание. Условные обозначения химических элементов в марках сплавов приведены в разделе 2.

Примерный химический состав латуней можно определить по марке следующим образом: латунь марки Л96 содержит 96 % меди, остальную часть составляет цинк; ЛА77-2 содержит 77 % меди, 2 % алюминия, остальная часть – цинк; ЛАН59-3-2 содержит 59 % меди, 3 % алюминия, 2 % никеля, остальная часть – цинк; ЛЖМц 59-1-1 содержит 59 % меди, 1 % железа, 1 % марганца, остальная часть – цинк.

Бронза – сплав меди с оловом и другими элементами. Марки некоторых литейных и деформируемых бронз приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Марки и назначение некоторых бронз

Марка бронзы	Примерное назначение
1	2
Бронзы оловянные литейные	
БрО5Ц5С5	Антифрикционные детали
БрО3Ц12С5	
БрО3Ц7С5Н1	
Бронзы безоловянные литейные	
БрАМц10-2	Втулки, червяки, зубчатые колеса
БрАЖ9-4	Гайки, зубчатые колеса
БрАЖН10-4-4	Втулки, зубчатые колеса
БрС30	Вкладыши коленвала дизелей
БрСН60-2,5	Вкладыши коленвала дизелей
Бронзы оловянные деформируемые	
БрОФ7-0,2	Прутки
БрОФ4-0,25	Трубки измерительных приборов
БрОЦ4-3	Ленты, прутки, пружины
БрОЦС4-4-4	Ленты, прокладки

1	2
Бронзы безоловянные деформируемые	
БрБ2	Пружины, ленты, проволока
БрА7*	Пружины, мембраны
БрАМц9-2	Втулки, червяки, зубчатые колеса
БрАЖ9-4	Гайки, зубчатые колеса
БрКМц3-1*	Детали химических аппаратов, пружины, детали для судостроения, проволока для сварки в среде защитных газов меди

*Коррозионностойкая бронза.

Расшифровка марки: БрОЦС3-12-5 – бронза оловянная, содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальная часть – медь и некоторое количество примесей; БрБ2 – бронза бериллиевая, содержит 2 % бериллия, остальная часть – медь и некоторое количество примесей.

4. АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

Алюминий – сербристо-белый пластичный металл, содержит различные примеси – медь, цинк, железо, кремний, титан и другие элементы. Плотность алюминия составляет $2,7 \text{ г/см}^3$, температура плавления $660 \text{ }^\circ\text{C}$. Некоторые марки и химический состав алюминия первичного (ГОСТ 11069–74) приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Марки и химический состав алюминия

Марка алюминия	Содержание алюминия, %, не менее	Чистота
A999	99,999	Особая
A995	99,995	Высокая
A99	99,990	Техническая
97	99,970	
A95	99,950	
A85	99,85	
A8	99,80	Техническая
A7	99,70	
A6	99,60	
A5	99,50	
A0	99,0	
A5E	99,50	
A7E	99,70	

Алюминий устойчив к атмосферной коррозии благодаря образованию на его поверхности плотной оксидной пленки Al_2O_3 , которая обладает высокими защитными свойствами.

Алюминий имеет низкие механические свойства, поэтому широко применяется в виде сплавов. Алюминиевые сплавы по способу изготовления изделий подразделяются на литейные и деформируемые.

Литейные сплавы алюминия содержат кремний (6–13 %), магний, марганец, медь, никель, титан и другие элементы. Из литейных сплавов широко применяются силумины (сплавы алюминия с кремнием и другими элементами) для изготовления блоков, поршней двигателей внутреннего сгорания, головок блоков и других деталей. Эти сплавы обладают хорошей жидкотекучестью, малой усадкой, сравнительно высокой коррозионной стойкостью и достаточной прочностью. В табл. 4.2 приведены марки некоторых алюминиевых литейных сплавов (ГОСТ 2685–75).

Расшифровка марки: АЛ2 – алюминиевый сплав, 2 – условный номер; АК12 – алюминиевый сплав, содержит 12 % кремния; АК5Моч – алюминиевый сплав, содержит 5 % кремния, 1 % меди особой чистоты (оч); АК12ММгН – содержит 12 % кремния, 1 % меди, 1 % магния, 1 % никеля.

Таблица 4.2. Марки и применение алюминиевых литейных сплавов

Марка	Название	Применение
АЛ2	Алюминиево-кремниевый сплав	Сложные по форме корпусные детали не несущие больших нагрузок, кронштейны, рычаги, крышки, шкивы, втулки, корпуса водяных насосов и барабанов
АЛ-5-1	Алюминиево-кремниевомедный литейный сплав	Детали при повышенных требованиях к прочности при повышенных температурах: корпусные нагруженные детали, кронштейны, рычаги, детали передач
АЛ8	Алюминиево-магниевый литейный сплав	Нагруженные кронштейны, рычаги, детали frictionных передач, литые зубчатые колеса, кулачки, в том числе при динамических нагрузках
АК12	Алюминиево-кремниевый сплав (силумин)	Малонагруженные детали, получаемые литьем в кокили
АК5Моч	Алюминиево-кремниевомедный сплав	Ответственные детали, длительно работающие при температурах до 350 °С
АК12ММгН	Алюминиево-кремниевомедный сплав (силумин)	Эвтектический силумин специального назначения. Обладает повышенной жаропрочностью. Изготовление поршней двигателей внутреннего сгорания и других ответственных деталей

Деформируемые алюминиевые сплавы (ГОСТ 4784–74) делят на упрочняемые и неупрочняемые. Это наименование отражает способность или неспособность сплава заметно повышать прочность при термической обработке. Деформируемые сплавы алюминия, упрочняемые термической обработкой, сочетают в себе малую плотность с достаточно высокой прочностью. Упрочняющими сплавами являются дуралюмины – сплавы алюминия с медью, которые содержат постоянные примеси кремния, железа и могут быть легированы магнием и марганцем.

Неупрочняемые алюминиевые сплавы – это сплавы алюминия и магния, алюминия и марганца. Прочность этих сплавов повышают путем холодной деформации – нагартовки.

Марки некоторых алюминиевых деформируемых сплавов (ГОСТ 4784–74) приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Марки и применение алюминиевых деформируемых сплавов

Марка	Название	Применение
АД1	Алюминий деформируемый	Ненагруженные корпусные детали, получаемые листовой штамповкой, выдавливанием: кожухи, стаканы, экраны, пластины конденсаторов и т. п.
АД1П	Алюминий деформируемый	Сплав для изделий пищевого назначения
АМц	Алюминиево-марганцевый сплав	Ненагруженные корпусные детали, получаемые с применением сварки и гибки: шкафы, каркасы, рамы, шасси, баки, масло- и воздухопроводы, радиаторы
АМг5	Алюминиево-магниевый сплав	Детали, изготавливаемые резанием: стаканы, кронштейны, кольца, втулки, точеные корпусные детали, оправы
Д16	Алюминиево-медно-магниевый сплав (дюраль)	Средненагруженные детали, обрабатываемые резанием, в том числе с применением сварки: стоки, кронштейны, втулки, кольца, шкивы, крышки подшипников, рычаги, платы, шкафы, каркасы, рамы и т. п.
В95	Сложнолегированный алюминиевый сплав	Детали, несущие статические нагрузки: кронштейны, стаканы, рычаги, детали фрикционных передач, зубчатые колеса, кулачки, каркасы, рамы
АК6 АК8	Алюминиево-ковочный сплав	Поршни авиационных двигателей, лопасти винтов, крыльчатки насосов и другие изделия
АВ	Авиационный алюминий (авиаль)	Трубы, прутки повышенной пластичности, а также высокой прочности, профили, лопасти вертолетов, штампованные и кованые детали сложной конфигурации

Примечание: цифры после букв В, Д и К – условный номер сплава; цифра после Мг – средняя массовая доля магния в сплаве.

Расшифровка марки: Д16 – алюминиевый деформируемый сплав, 16 – условный номер; АК4 – ковочный сплав; АМг5 – сплав, содержащий 5 % магния.

5. АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Антифрикционные сплавы цветных металлов могут быть на основе меди, алюминия, свинца, олова и других элементов. Они широко применяются для изготовления подшипников скольжения, втулок, монометаллических, биметаллических и полиметаллических вкладышей двигателей внутреннего сгорания. Антифрикционные сплавы на основе меди рассмотрены в разделе 3. Марки и назначение некоторых антифрикционных сплавов на основе алюминия, свинца и олова приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Марки и назначение некоторых антифрикционных сплавов цветных металлов

Марка сплава	Примерное назначение
Алюминиевые сплавы (ГОСТ 14113–78)	
АО3-7	Отливки монометаллических втулок и вкладышей
АО9-2	
АО6-1	Отливки и прокат моно- и полиметаллической ленты с последующей штамповкой вкладышей с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм
АН-2,5	
АСМ	
Свинцовые сплавы	
СОС6-6	Полиметаллические вкладыши двигателей
Цинковые сплавы (ГОСТ 21437–75)	
ЦАМ 10-5	Моно- и полиметаллические вкладыши
Оловянные баббиты (ГОСТ 1320–74)	
Б88	Тяжело нагруженные подшипники мощных двигателей, турбин, турбокомпрессоров
Б83	
Свинцовые баббиты (ГОСТ 1320–74)	
Б16	Менее нагруженные подшипники, моно- и полиметаллические вкладыши автомобильных двигателей
БН	
БС6	

6. ПРИПОИ

Припои предназначены для пайки деталей. По температуре плавления (ГОСТ19248–73) подразделяются на особолегкоплавкие (≤ 145 °С), легкоплавкие ($>145 \leq 450$ °С), среднеплавкие ($>450 \leq 1100$ °С), высоко-

плавкие ($>1100 \leq 1850$ °С), тугоплавкие (>1850 °С). Наиболее широкое применение получили легкоплавкие (мягкие) и среднеплавкие (твердые) припои.

К легкоплавким (табл. 6.1) относятся оловянно-свинцовые (ПОС), оловянно-свинцово-сурьмянистые (ПОССу), оловянно-цинковые (ПОЦ), к среднеплавким – медно-цинковые (ПМЦ), серебряные (ПСр) и др.

Таблица 6.1. Марки и назначение некоторых припоев

Марки припоев	Примерное назначение
Припой оловянно-свинцовые (ГОСТ 21931–76)	
ПОС 90	Лужение и пайка пищевой посуды
ПОС 61	Пайка электро- и радиоаппаратуры
ПОС 40	Пайка оцинкованного железа
Припой оловянно-свинцово-сурьмянистые (ГОСТ 21931–76)	
ПОССу 30-0,5	Пайка радиаторов, цинка
ПОССу 18-2	Пайка в автомобилестроении
ПОССу 4-6	Пайка белой жести
Припой оловянно-цинковые (ГОСТ 21931–76)	
ПОЦ 90	Пайка алюминия и его сплавов
ПОЦ 70	
ПОЦ 40	
Припой медно-цинковые (ГОСТ 21737–78)	
ПМЦ 54	Пайка деталей из серого и ковкого чугуна, стали, меди, сплавов
ПМЦ 36	
Припой серебряные (ГОСТ 19738–74)	
ПСр72	Пайка стали, меди, медных сплавов, никеля, ювелирных изделий
ПСр61	
ПСр10	

Расшифровка марки: ПОС 90 – содержит 90 % олова, остальная часть – свинец;

ПОССу18-2 – 18 % олова, 2 % сурьмы, остальная часть – свинец;

ПМЦ 54 – 54 % меди, остальная часть – цинк;

ПСр61 – 61 % серебра, остальная часть – медь или медь + цинк.

Контрольные вопросы

1. Классификация цветных металлов.
2. Физические свойства и маркировка меди.
3. Сплавы меди, их характеристика.
4. Деформируемые латуни, их маркировка и применение.

5. Литейные латуни, их маркировка и применение.
6. Литейные бронзы, их маркировка и применение.
7. Деформируемые бронзы, их маркировка и применение.
8. Физические свойства и маркировка алюминия.
9. Литейные сплавы алюминия, их маркировка и применение.
10. Деформируемые сплавы алюминия, их маркировка и применение.
11. Антифрикционные сплавы на основе меди, их маркировка.
12. Антифрикционные сплавы на основе других цветных металлов, их маркировка.
13. Припой, их классификация по температуре плавления.
14. Какие припои относятся к легкоплавким? Их маркировка и применение.
15. Какие припои относятся к среднеплавким? Их маркировка и применение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасцев [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Арзамасцева, Г. Г. Мухина. – 3-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 648 с.
2. Лахтин, Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 527 с.
3. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В. Л. Соломахо [и др.]. – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 272 с.
4. Шилов, Н. А. Выбор материала деталей машин / Н. А. Шилов, В. А. Валетов. – Горки, 1992. – 56 с.