

**ПРОФІЛЬНЕ ДИСТАНЦІЙНЕ ВИВЧЕННЯ УЧНЯМИ 10 КЛАСУ ТЕМИ
"КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ ТА ЇХ СПЛАВИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ
У ВИРОБНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ" ЗА
СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ "АВТОСПРАВА"**

Бобров Віктор, Ткачук Андрій

Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент Ткачук А.І.

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені

Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

В статті розглянуто нові підходи до методики он-лайн формування в учнів 10 класу уявлень з розділу "Матеріалознавство" в галузі автомобільного транспорту при профільному вивченні "Технологій" за спеціалізацією "Автосправа". Визначено теоретичні та практичні основи дистанційної подачі навчального матеріалу з питань класифікації, властивостей та застосування сучасних кольорових металів і їх сплавів, що використовуються для виробництва, експлуатації, ремонту і технічного обслуговування автомобільного транспорту.

Ключові слова: технологічна освіта, профільне дистанційне навчання, автосправа, матеріалознавство, кольорові метали.

**PROFILE DISTANCE LEARNING STUDENTS OF 10 CLASSES OF THE
THEME "NON-FERROUS METALS AND THEIR ALLOYS USED IN THE
PRODUCTION OF AUTOMOBILE TRANSPORT" FOR THE
SPECIALIZATION OF "AUTO BUSINESS"**

V. Bobrov, A. Tkachuk

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Tkachuk A.I.

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University,

Kropyvnytsky, Ukraine

***Abstract.** The article deals with new approaches to the on-line methodology of forming in students of 10 classes of representations from the section "Materials science" in the field of automobile transport in the profile study of "Technologies" for the specialization of "Auto business". The theoretical and practical bases of distance delivery of educational material on classification, properties and application of modern non-ferrous metals and their alloys used for*

the production, operation, repair and maintenance of automobile transport are determined.

Key words: technological education, profile distance training, auto business, material science, non-ferrous metals.

Постановка проблеми. Необхідність профільного вивчення учнями 10 класу питань про класифікації, властивості та застосування сучасних кольорових металів і їх сплавів, які використовуються для виробництва, експлуатації, ремонту і технічного обслуговування автомобільного транспорту при опрацюванні третьої теми розділу 4 "Матеріалознавство" за спеціалізацією "Автосправа" [11] обумовлена тим, що організація раціонального використання матеріальних ресурсів у автомобільній галузі має важливе народногосподарське значення, а від її досконалості в значній мірі залежить економічна ефективність роботи галузі в цілому. Від якості застосовуваних матеріалів, їх відповідності даним умовам експлуатації залежать надійність, довговічність, продуктивність автомобіля, а також витрати на його технічне обслуговування і ремонт. Раціональна організація використання матеріалів означає застосування тільки таких матеріалів, які за своїми якісними характеристиками задовольняють даним умовам. У той же час застосування матеріалів вищої якості, ніж вимагається, веде до невиправданого завищення витрат на них. В цьому випадку підвищена вартість не буде реалізована, так як дана конкретна конструкція механізму, агрегату і автомобіля в цілому не розрахована на матеріал з такими підвищеними властивостями. Застосування матеріалу більш низької якості, ніж вимагається, неминуче призводить до скорочення термінів служби і неналежної роботи деталей, вузлів, механізмів, агрегатів і автомобіля в цілому, а також до підвищеної витрати самих матеріалів і, як наслідок, до збільшення експлуатаційних витрат. Усе це вимагає в умовах дистанційного навчання нових підходів до навчально-методичного забезпечення формування у старшокласників знань, вмінь та навичок щодо раціонального застосування сучасних кольорових металів і їх сплавів у виробництві автомобільного транспорту, що пов'язано з необхідністю більш детального та наглядного викладення навчального матеріалу в умовах онлайн-уроків під час відео-конференцій на різних платформах. Проте, вивченню останніх, особливо у дистанційному форматі, приділено не достатньо уваги [4; 6; 7; 8; 12].

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз науково-педагогічної літератури показав, що проблемами вивчення матеріалознавства і матеріалів у автомобільному транспорті та машинобудуванні займалися багато науковців: Біліченко В.В. [1]; Горячева Т.В., Бабенко М.О. [2]; Кальченко В.І., Венжега В.І. [3]; Колесніков В.О. [5]; Колесник П.А., Кланиця В.С. [6]; Адашкин А.М. [7]; Косенко В.А. [8; 10]; Прокопович І.В. [13]; Филиппов М.А., Гервасьєв М.А., [17] та ін. Проте, проблема удосконалення навчально-методичного забезпечення дистанційного засвоєння матеріалу з основ матеріалознавства сучасних кольорових металів та їх сплавів у автотранспортній галузі учнями 10 класу при профільному вивченні "Технологій" розроблена не достатньо.

Метою статті є висвітлення нових компонентів навчально-методичного забезпечення дистанційного засвоєння матеріалу з теми "Кольорові метали, їх сплави" учнями 10 класу при профільному вивченні "Технологій" за спеціалізацією "Автосправа".

Методи дослідження: вивчення, порівняльний аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичної та науково-практичної літератури з теми дослідження; системний і проблемно-пошуковий методи для обґрунтування шляхів удосконалення процесу дистанційного вивчення матеріалознавства сучасних кольорових металів та їх сплавів в автотранспортній галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дистанційне опрацювання учнями 10 класу питань про матеріалознавство кольорових металів і їх сплавів при профільному вивченні "Технологій" за спеціалізацією "Автосправа" реалізується під час комбінованого он-лайн уроку на тему "Кольорові метали та їх сплави", метою якого є формування у майбутніх працівників сфери автосправи діяльній, знанневої та ціннісної компонент предметної компетентності з основ сучасних кольорових металів і їх сплавів, що використовуються для виробництва, експлуатації, ремонту і технічного обслуговування автомобільного транспорту. Для проведення дистанційного заняття під час відео-конференцій за допомогою доступних Інтернет сервісів (наприклад, Google Meet або Zoom), найбільш ефективним навчально-методичним засобом повноцінного викладу нового навчального матеріалу по

даній темі є розроблена нами система мультимедійних доповідей-презентацій, в яких говориться про те, що сьогодні кольорові метали та сплави на їх основі повинні в основному замінити сплави на основі заліза. Така заміна спричинена значними збитками від корозії (до 30 % річного виробництва чавуну та сталі), витратами на ремонтні роботи, особливо на транспорті. З кольорових металів найбільш широко в автомобілебудуванні застосовують мідь, алюміній, олово, свинець, цинк, магній, сурму, й переважно як компоненти кольорових і антифрикційних сплавів, а також припоїв. **Основними кольоровими сплавами**, що застосовуються у машинобудуванні (автомобілебудуванні), вважаються **сплави на основі легких металів: титану, магнію, алюмінію (дуралюміні, силуміни)**. Широко використовуються сплави на основі **цинку, свинцю, олова, міді (латуні, бронзи)**. На основі кольорових металів створюються композиційні матеріали, а також матеріали, що виготовляються методами порошкової металургії [6; 9; 10; 15; 16; 18].

При вивченні даної теми, учням потрібно роз'яснювати, що **алюміній** за обсягами світового виробництва посідає друге місце після сталі, а за темпами росту значно її випередив. Стрімкий розвиток алюмінієвої промисловості пояснюється позитивними властивостями і порівняно низькою вартістю цього металу сріблясто-білого кольору, що має малу густину 2700 кг/м^3 , низьку температуру плавлення $\sim 660 \text{ }^\circ\text{C}$, та характеризується високими пластичністю, тепло- й електропровідністю, гарною зварюваністю й оброблюваністю різанням. Водночас, алюміній характеризується низькою міцністю та твердістю (табл. 1). На повітрі він покривається тонкою щільною оксидною плівкою Al_2O_3 , яка надійно захищає його від корозії. Постійними домішками алюмінію є залізо, кремній, мідь, магній, марганець, цинк, титан та ін. Домішки зумовлюють погіршення фізико-хімічних властивостей і пластичності алюмінію, через що їх уміст чітко обмежують. Залежно від сумарної частки домішок первинний алюміній поділяють на алюміній **особливої, високої й технічної чистоти**. Алюміній особливої чистоти марок А999 містить 0,001 % домішок, високої чистоти марок А995, А99, А97 і А95 – від 0,005 до 0,05 % домішок, технічної чистоти марок А85, А8, А7, А7Е, А6, А5, А5Е і А0 – від 0,15

до 1,0 % домішок. Алюміній легко піддається механічній обробці, прокатці, волочіння в дріт. У промисловості використовують переважно алюміній високої й технічної чистоти. В автомобілебудуванні алюміній застосовують в основному як компонент в різних сплавах, для виготовлення електропроводів, кабелів, фольги, що йде на обкладання конденсаторів, для покриття рефлекторів фар і т. д. (рис. 1) [6; 9; 10].

Сплави алюмінію (рис. 2, 3), крім основного металу й домішок, мають у своєму складі спеціально введені легуючі елементи, які змінюють структуру та властивості у бажаному напрямку. Легують алюміній міддю, магнієм, кремнієм, марганцем, цинком, літійем, нікелем і титаном. Сплави алюмінію характеризуються високими механічними й технологічними властивостями, більшість із них мають високу тепло- й електропровідність, гарну корозійну стійкість. Питома міцність деяких сплавів алюмінію наближається до високоміцних сталей. Завдяки цим властивостям, поміркованим цінам, а також естетичному вигляду, сплави алюмінію широко застосовуються у автомобілебудуванні. З ливарних алюмінієвих сплавів виготовляють поршні двигунів, головки і блоки циліндрів, корпуси карбюраторів і паливних насосів, картери коробок передач, гальмівні барабани, кришки розподільних шестерень та ін. деталі. Деформівні алюмінієві сплави в автомобілебудуванні і авторемонтному виробництві застосовують для виготовлення поршнів і заклепок, силових деталей кузова (поперечин, стійок та ін.) гальмівних циліндрів, дверних порогів, обшивок та ін. [6; 9; 10].

Таблиця 1

Механічні властивості первинного алюмінію [9]

Марка алюмінію	Алюміній, % не менше ніж	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_m , МПа	Твердість, НВ	δ , %
Алюміній особливої чистоти					
A999	99,959	—	40	15	—
Алюміній високої чистоти					
A995	99,995	—	—	—	—
A99	99,99	22	—	—	—
A97	99,97	—	—	—	—
A95	99,95	—	—	—	—
Алюміній технічної чистоти					
A85	99,85	—	—	—	—
A8	99,8	25	—	—	45
A7	99,7	50	60	18	38
A7E	99,7	—	—	—	—
A6	99,6	—	—	—	—
A5	99,5	60	70	20	30
A5E	99,5	—	—	—	—
A0	99,0	70	80	22	30



Рис. 1. Кабелі та наконечники з алюмінію

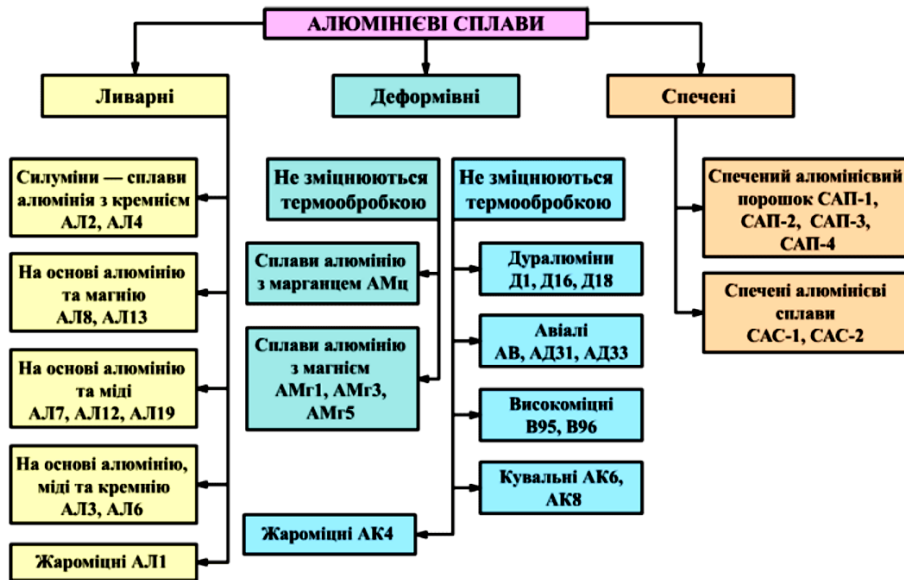


Рис. 2. Загальна класифікація алюмінієвих сплавів [9]

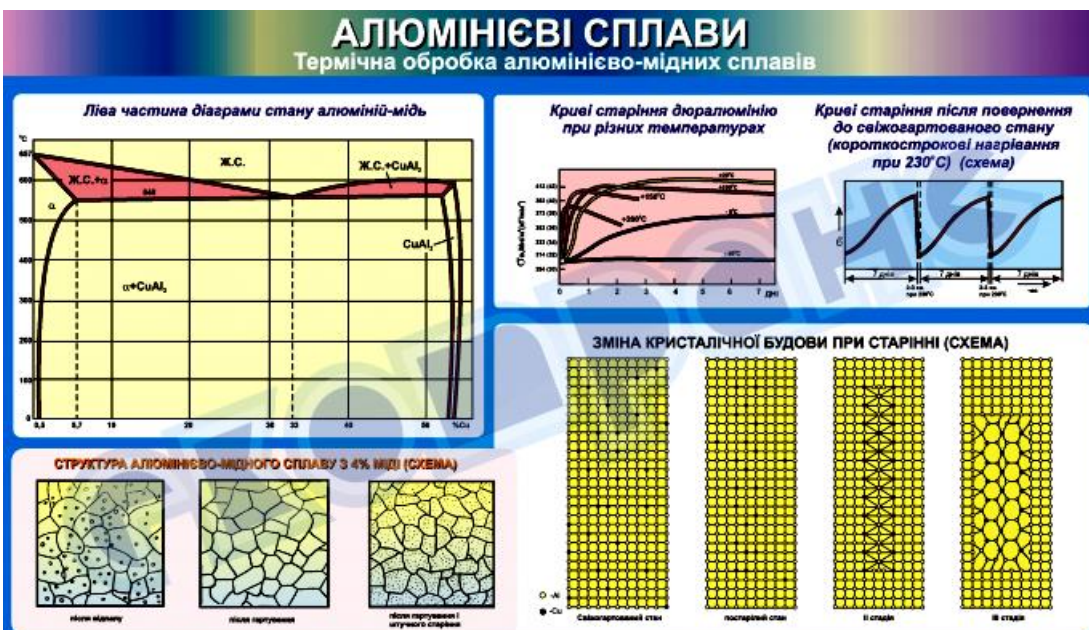
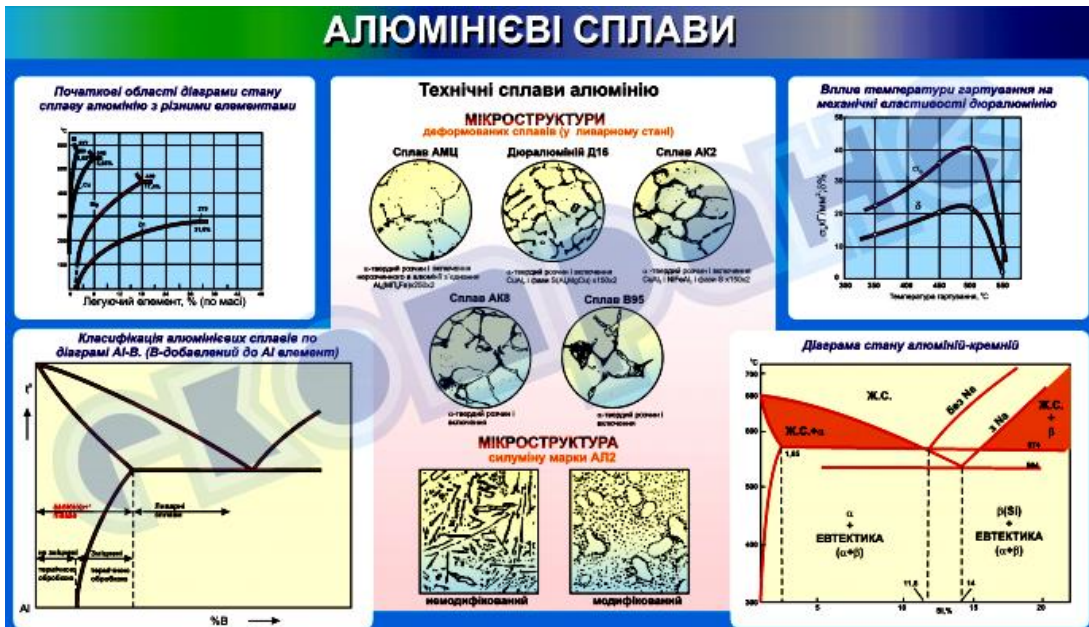


Рис. 3. Плакати "Алюмінієві сплави" [14]

Деформівні сплави алюмінію, які не зміцнюються термообробкою, виготовляють на основі алюмінію та марганцю або на основі алюмінію й магнію. Легуючі елементи – марганець і магній – значною мірою підвищують міцність, водночас знижуючи пластичність матеріалу. Марганець, окрім цього, збільшує корозійну стійкість сплаву. Сплави алюмінію з марганцем позначають літерами *АМц*, а сплави алюмінію з магнієм літерами *АМг*. Про середню масову частку магнію у сплаві свідчать цифри, що стоять після літер Мг (див. табл. 2, рис. 4) [6; 9; 10].

Учням слід наголосити, що до *сплавів алюмінію, що зміцнюються термообробкою*, належать *дуралюміни, авіалі*, а також *високоміцні, кувальні й жароміцні сплави*. Вміст легуючих елементів у них перевищує їх граничну розчинність в алюмінії при кімнатній температурі, проте не перевищує граничну розчинність при температурі евтектичного перетворення. *Дуралюміни* добре поєднують міцність і пластичність. *Марки дуралюмінів* позначають літерою *Д* і числом, що відповідає умовному номеру сплаву, наприклад Д16 (див. табл. 3, рис. 5) [6; 9; 10].

Таблиця 2

Хімічний склад і механічні властивості сплавів алюмінію, що не зміцнюються термообробкою [9]

Марка сталі	Масова частка елементів, %		$\sigma_{0,2}$	σ_B	НВ	δ , %	Примітка
	Mn	Mg	МПа				
АМц*	1,0—1,6	0,2	50	130	30	20	Відпалений
			130	170	—	10	Напівнагартований
			180	220	—	5	Нагартований
АМг1	0,2	0,7—1,6	45	120	—	28	Відпалений
АМг2*	0,2—0,6	1,8—2,6	90	190	45	24	Відпалений
			250	200	—	10	Напівнагартований
АМг3	0,3—0,6	3,2—3,8	100	200	—	15	Відпалений
АМг4	0,5—0,8	3,8—4,5	120	250	—	15	Відпалений
АМг5	0,3—0,8	4,8—5,8	150	280	55	18	Відпалений
АМг6	0,5—0,8	5,8—6,8	160	320	—	15	Відпалений
			300	400	—	10	Напівнагартований



Рис. 4. Приклади розшифровки марок деформівних алюмінієвих сплавів [9]

Хімічний склад деяких сплавів алюмінію, що зміцнюються термообробкою

Марка сплаву	Масова частка легуючих елементів, %				
	Cu	Mg	Mn	Si	Інші елементи
Дуралюміні					
Д1	3,8—4,8	0,4—0,8	0,4—0,8	0,7	—
Д16	3,8—4,9	1,2—1,8	0,3—0,9	0,5	—
Д18	2,2—3,0	0,2—0,5	0,2	0,5	—
Сплави авіаль					
АВ	0,1—0,5	0,45—0,9	0,15—0,35	0,5—1,2	—
АД31	0,1	0,4—0,9	0,1	0,3—0,7	—
АД33	0,15—0,4	0,8—1,2	0,15	0,4—0,8	—
Кувальні сплави					
АК6	1,8—2,6	0,4—0,8	0,4—0,8	0,7—1,2	—
АК8	3,9—4,8	0,4—0,8	0,4—1,0	0,6—1,2	—
Високоміцні сплави					
В95	1,4—2,0	1,8—2,8	0,2—0,6	0,5	5,0—7,0Zn
В96	2,2—2,8	2,5—3,2	0,2—0,5	—	7,6—8,6Zn
Жароміцні сплави					
АК4-1	1,9—2,7	1,2—1,8	0,2	0,35	0,8—1,3 Ni; 0,8—1,3 Fe
АК4	1,9—2,5	1,4—1,8	0,2	0,5—1,2	0,8—1,3 Ni; 0,8—1,3 Fe



Рис. 5. Приклад розшифровки марки сплаву алюмінію, що зміцнюється термообробкою [9]

Основними легуючими елементами дуралюмінів є мідь і магній. Зі збільшенням до певної межі концентрації магнію міцність сплаву зростає. Марганець підвищує корозійну стійкість. З метою додаткового підвищення корозієстійкості *плакують* листи дуралюмінів, тобто наносять на їх поверхню тонкий шар чистого алюмінію. Кремній у дуралюмінах слід розглядати як домішку. Основними легуючими елементами авіаль є магній і кремній. Авіалі марок АВ, АД31 і АД33 мають високу пластичність, зварюваність і корозійну стійкість, хоча дещо поступаються за міцністю дуралюмінам. З цих сплавів виготовляють ковані деталі двигунів, а також напівфабрикати [6; 9; 10].

Кувальні алюмінієві сплави характеризуються високою пластичністю й задовільною міцністю, їх маркують літерами АК й умовними числами. За

хімічним складом кувальні сплави близькі до дуралюмінів, хоча вміст кремнію тут вищий. Гарячу обробку тиском виконують в інтервалі температур 420-470 °С. Сплав марки АК6 використовують для середньонавантажених деталей складної конфігурації, а сплав АК8 – для високонавантажених деталей [9; 10].

Високоміцні сплави найміцніші серед сплавів алюмінію, хоча менш пластичні від дуралюмінів. Їх марки позначають літерою В – високоміцні й умовним номером (В95). Розчинність в алюмінії легуючих елементів – цинку, магнію і міді – зменшується, а під час охолодження вони виділяються як інтерметалідні сполуки. Найбільшою мірою впливають на міцність цинк і магній. Водночас ці елементи знижують пластичність і корозійну стійкість. Незначне легування марганцем і хромом зумовлює підвищення корозійної стійкості. **Жароміцні сплави** (АК4-1, АК-4 та ін.) зберігають свої механічні властивості до температури 300 °С. Порівняно з іншими сплавами алюмінію жароміцні сплави мають більшу кількість легуючих елементів, їх додатково легують такими елементами, як залізо, нікель і титан. Залізо й нікель утворюють фазу, що підвищує жароміцність. Ці сплави використовують для виготовлення поршнів, головок циліндрів, лопаток компресорів двигунів (див. рис. 6). **Спечені алюмінієві сплави** на основі $Al-Al_2O_3$ використовуються в деталях електротехнічного призначення. Вони дістали назву **САП (спечений алюмінієвий порошок)**. Уміст оксиду Al_2O_3 в них коливається від 6-9 % (САП-1) до 18-22 % (САП-4), а за своєю міцністю та жароміцністю значно перевершують усі відомі старіючі сплави алюмінію і можуть упродовж тривалого часу (~10000 год) працювати при температурах 300-500 °С, зберігаючи властивості [6; 9; 10].



Рис. 6. Деталі, виготовлені з жароміцних алюмінієвих сплавів: а – головка циліндрів; б – турбіна компресора; в – поршні [9]

Для розгляду використання *міді та її сплавів в автомобілебудуванні* учням слід зазначити, що мідь за обсягами світового виробництва кольорових металів посідає друге місце після алюмінію. В автомобільній промисловості мідь використовується для виготовлення електропроводів (провідниковий матеріал, рис. 7), деталей приладів електрообладнання та як компонент різних сплавів (конструкційний матеріал). **Чиста мідь** – це метал рожево-червонуватого кольору, що має питому густину 8940 кг/м^3 , температура плавлення $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, та найвищу після срібла електропровідність і теплопровідність (рис. 8). Залежно від хімічного складу (ГОСТ 859-66) випускають такі марки міді: М00 М0, М06 М1, М1Р, М2, М2Р, М03, М3Р, М4. Порівняно з алюмінієм мідь також характеризується кращими електро- й теплопровідністю, доброю тривкістю до корозії на повітрі, у прісній та морській воді, а також у багатьох хімічних середовищах, її легко обробляти тиском, паяти і зварювати, проте вона має невисокі ливарні властивості й погану оброблюваність різанням. Механічні й технологічні властивості міді помітно знижують шкідливі домішки – вісмут, свинець, сірка й кисень. Легуючі елементи у сплавах міді позначають літерами (табл. 7) [6; 9; 10].

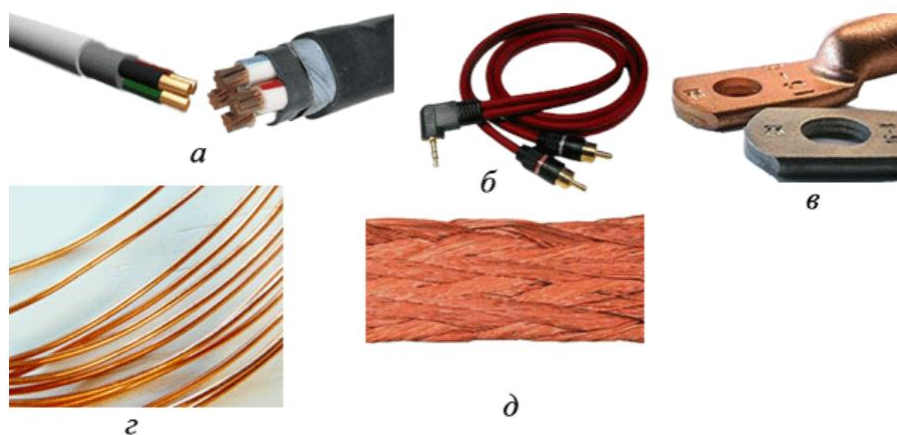


Рис. 7. Використання міді як провідникового матеріалу: а – кабелі; б – наконечники; в – з'єднувальний шнур; г – дрiт; д – сплетений дрiт [9]

Таблиця 4

Позначення легуючих елементів у сплавах міді [9]

Позначення елемента	Назва елемента	Позначення елемента	Назва елемента
А	Алюміній	Н	Нікель
Б	Берилій	О	Олово
Ж	Залізо	С	Свинець
К	Кремній	Ф	Фосфор
Мц	Марганець	Ц	Цинк

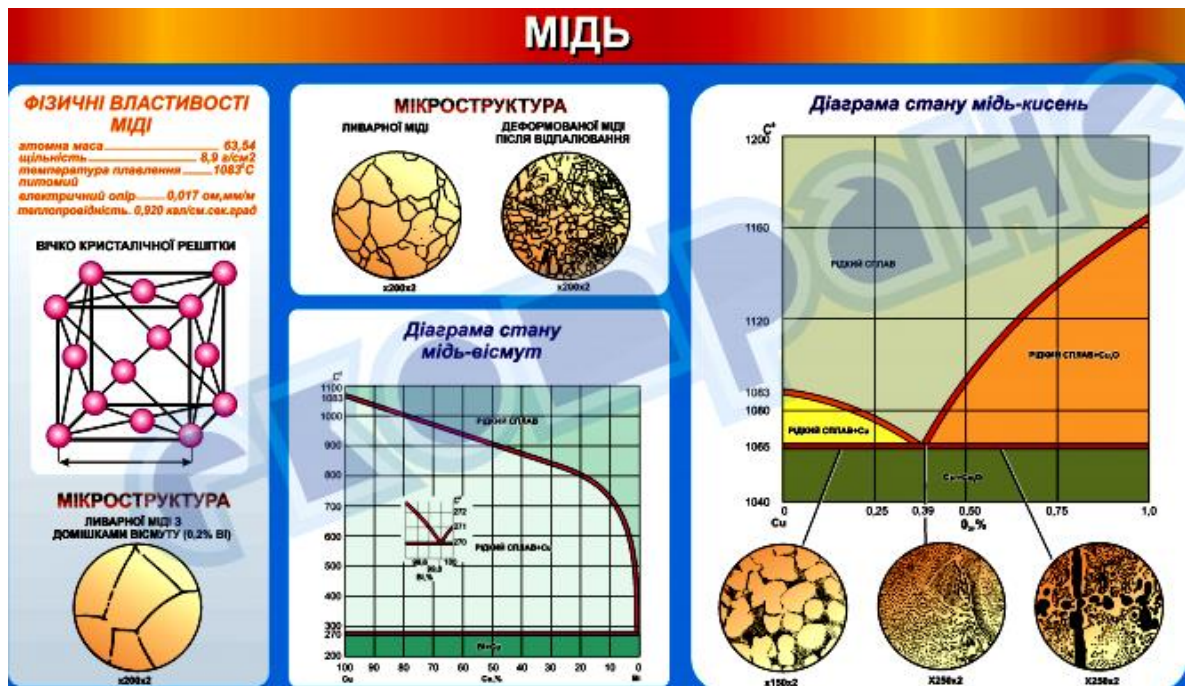


Рис. 8. Плакат "Мідь" [14]

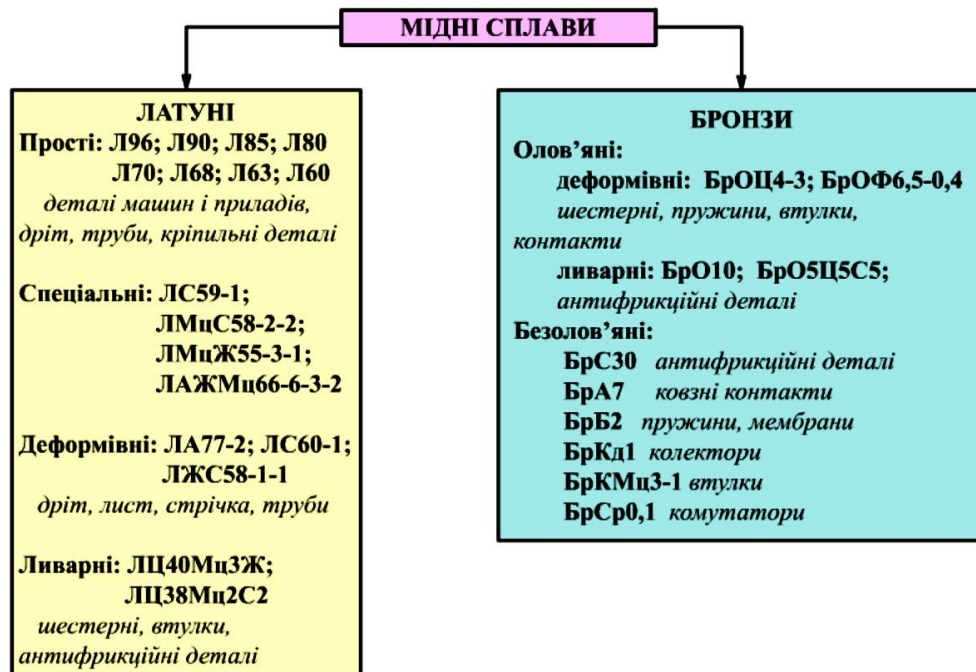


Рис. 9. Використання сплавів міді [9]

Найпоширенішими сплавами міді є *латуні* та *бронзи* (рис. 9). Легують мідь цинком, оловом, алюмінієм, кремнієм, марганцем, нікелем, берилієм тощо. Ці елементи підвищують твердість і міцність мідних сплавів, практично не знижуючи їх пластичність, а окремі з них (*Zn*, *Sn*, *Al*) навіть підвищують її. Алюміній, марганець і олово поліпшують корозійну стійкість, окрім цього олово, кремній і марганець у певних концентраціях підвищують антифрикційні властивості сплавів міді. Залізо сприяє подрібненню зерна, а кремній підвищує

ливарні властивості сплавів. Пластичність багатьох однофазових мідних сплавів є дуже високою, а міцність у рівноважному стані ($\gamma_B=250-550$ МПа) нижча порівняно зі сталями. Винятком щодо міцності є берилієва бронза, зміцнена термообробкою. За технологічною ознакою розрізняють *деформівні* та *ливарні сплави міді* [6; 9; 10].

Латунями називають дво- або багатокомпонентні сплави міді, у яких основним легуючими компонентом є цинк (рис. 10). Двокомпонентні латунні системи *Cu-Zn* належать до *простих*, а багатокомпонентні, що крім цинку містять ще й інші елементи, – до *спеціальних*. Завдяки поєднанню високих технологічних і непоганих механічних властивостей латуні найбільш поширені серед сплавів міді (табл. 5) – їх можна обробляти тиском (волочіння, плющення, штампування, гаряче пресування) [6; 9; 10].

Таблиця 5

Загальна класифікація латуней [9]

ЛАТУНІ			
За хімічним складом		За технологічним призначенням	
Прості	Спеціальні	Ливарні	Деформівні
Складаються з двох елементів: міді та цинку. Вони містять не більше 38 % цинку, бо з підвищенням його вмісту збільшується твердість та крихкість латуні	Крім міді та цинку містять легуючі елементи: свинець, олово, залізо, марганець, алюміній, кремній та інші, які підвищують механічні властивості та надають латуням особливі властивості	Механічні властивості залежать від способу лиття. При литті в копіл забезпечуються більш високі показники міцності, ніж при литті в піщано-глиняну форму	Механічні властивості латуней, оброблених тиском у вигляді полос, прутків, листів, стрічок, залежать від стану матеріала, який може бути м'яким, напівтвердим і твердим
Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63	ЛС-59-1, ЛМцС58-2-2, ЛМцЖ55-3-1, ЛА67-2,5, ЛАЖМц66-6-3-2	ЛА67-2,5, ЛКС80-3-3, ЛМцЖ55-3-1	ЛА77-2, ЛАЖ60-1-1, Л68, Л66, Л62

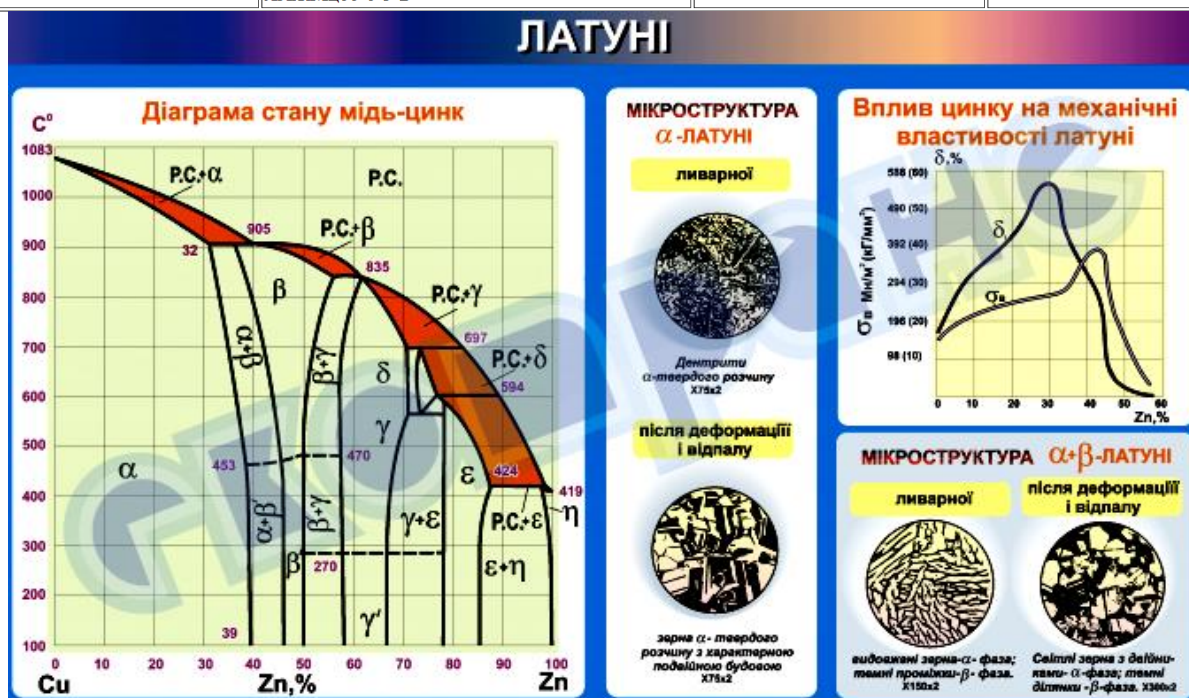


Рис. 10. Плакат "Латуні" [14]

Марки латуней позначають літерою Л (латунь), після якої для простих латуней ставлять числа, що відповідають масовій частці міді, – Л96, Л90, Л85, Л80. Наприклад, у латуні марки Л85 середня масова частка міді 85 %, решта – цинк. Маркуючи спеціальні латуні, на початку теж ставлять літеру Л, після якої йдуть літери, що позначають легуючі елементи, й числа після них відповідають середній масовій частці у відсотках відповідних елементів (рис. 11). Зокрема, в латуні марки ЛЦ40Мц3А маємо 40 % цинку (Ц), 3 % марганцю (Мц) і 1 % алюмінію (А), решта – 56 % міді. До **деформівних** належать однофазові (α) і двофазові ($\alpha + \beta''$) латуні (табл. 6). Як **ливарні** використовують переважно спеціальні латуні (табл. 7). Вони характеризуються значною рідкоплинністю, малою схильністю до ліквіації й високими антифрикційними властивостями. Підвищення процентного вмісту міді в складі латуні покращує її пластичність, теплопровідність, електропровідність і корозійну стійкість. Відносне підвищення вмісту цинку збільшує міцність сплаву, покращує оброблюваність латуні різанням, підвищує зносостійкість, але знижує його температуру плавлення. Включення до складу латуні свинцю збільшує її антифрикційні властивості. Наявність олова, марганцю, кремнію, заліза підвищує міцність латуні і сприяє поліпшенню антикорозійних властивостей. Деформівні латуні широко застосовуються в автомобілебудуванні й авторемонтному для виготовлення деталей систем охолодження (бачків і трубок водяного та масляного радіаторів, Л63), деталей електроустаткування (Л72), різних втулок (втулки генератора), пробок, штекерів, наконечників, краників. З ливарних латуней виготовляють гайки, шестерні (ЛЦ16К4), втулки підшипників (ЛЦ38Мц2С2) та ін. (рис. 12) [6; 9; 10].



Рис. 11. Приклад розшифровки марок латуні [9]

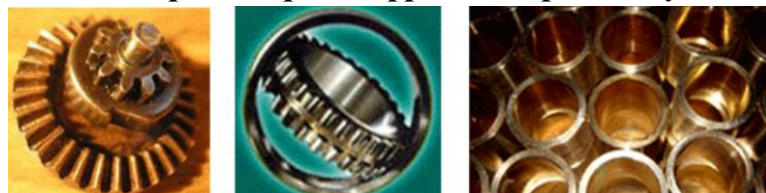


Рис. 12. Використання ливарних спеціальних латуней [9]

Таблиця 6

Хімічний склад і механічні властивості латуней деформівних [9]

Марка латуні	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	Сu	інших елементів				
Л96	95—97	—	240	—	—	52
Л90	88—91	—	260	120	53	45
Л80	79—81	—	280	—	—	43
Л68	67—70	—	320	91	55	55
Л63	62—65	—	330	110	56	50
Л60	59—62	—	380	160	77	25
ЛА77-2	76—79	1,75—2,5 Al	400	140	60	55
ЛАН59-3-2	57—60	2,5—3,5 Al; 2—3 Ni	380	300	75	50
ЛН65-5	64—67	5—6,5 Ni	400	170	60	65
ЛМц58-2	57—60	1—2 Mn	400	160	85	40
ЛО70-1	69—71	1,15 Sn	350	100	60	60
ЛС59-1	57—60	0,8—1,9 Pb	400	140	90	45
ЛК80-3	79—81	2,5—4 Si	300	200	100	58

Таблиця 7

Хімічний склад і механічні властивості спеціальних ливарних латуней [9]

Марка латуні	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	Сu	інших елементів				
ЛЦ40С	57—61	1—2 Pb	215	—	70	12
ЛЦ40Мц1,5	57—60	1—2 Mn	372	—	100	20
ЛЦ40Мц3Ж	53—58	3—4 Mn; 0,5—1,5 Fe	441	—	90	18
ЛМ40МцЗА	55—58,5	2,5—3,5 Mn; 0,5—1,5 Al	441	—	11,5	15
ЛЦ38Мц2С2	57—60	1,5—2,5 Mn; 1,5—2,5 Pb	345	—	80	15
ЛЦ30А3	66—68	2—3 Al	294	—	80	12
ЛЦ25С2	70—75	1—3 Pb; 0,5—1,5 Sn	146	—	60	8
ЛЦ23А6Ж3Мц2	64—68	4—7 Al; 2—4 Fe; 1,5—3 Mn	686	—	100	7
ЛЦ16К4	78—81	3—4,5 Si	294	—	100	15

Бронзами називають дво- або багатокomпонентні сплави міді з оловом, алюмінієм, свинцем, берилієм, кремнієм, хромом або іншими компонентами, серед яких цинк не є основним (рис. 13). Серед бронз найпоширенішими є багатокomпонентні й значно рідше трапляються двокомпонентні. Залежно від назви основного легуючого компонента бронзи поділяють на олов'яні, алюмінієві, кремнієві, свинцеві, берилієві та ін. Бронзи маркують літерами Бр (бронза), за якими проставляють літери, що показують, які компоненти, крім міді, входять до складу бронзи. Числа відповідають середній масовій частці відповідних легуючих елементів (рис. 14). Наприклад, бронза марки БрОФ10-1 містить 10 % олова (О), 1 % фосфору (Ф), а решта 89 % – мідь. Бронзи мають

гарні характеристики пружності, корозійної стійкості, тепло- й електропровідності. Олов'яні бронзи добре зварюються, паяються і володіють антифрикційними властивостями. Безолов'яні бронзи містять в якості присадок алюміній, берилій, нікель, кремній, марганець та ін. Ці бронзи відрізняються високими межами пружності, плинності, міцності і мають гарну корозійну стійкість. Розрізняють також де-формівні й ливарні олов'яні бронзи. **Деформівні бронзи** мають до 8 % олова, 5 % цинку, 4,5 % свинцю й 0,35 % фосфору (табл. 8 – 11). Для того щоб забезпечити добру пластичність, масова частка олова в деформівних бронзах не має перевищувати 6 %. Бронзу на автомобілях застосовують для виготовлення деталей паливоподаючої апаратури, втулок шкворнів, коромисел, шатунів двигунів, плоских і круглих пружин в системі живлення, упорних шайб, шестерень напівосей та ін. З ливарних бронз виготовляють переважно арматуру, а також деталі, що працюють в умовах тертя (втулки, вкладки підшипників) [6; 9; 10].

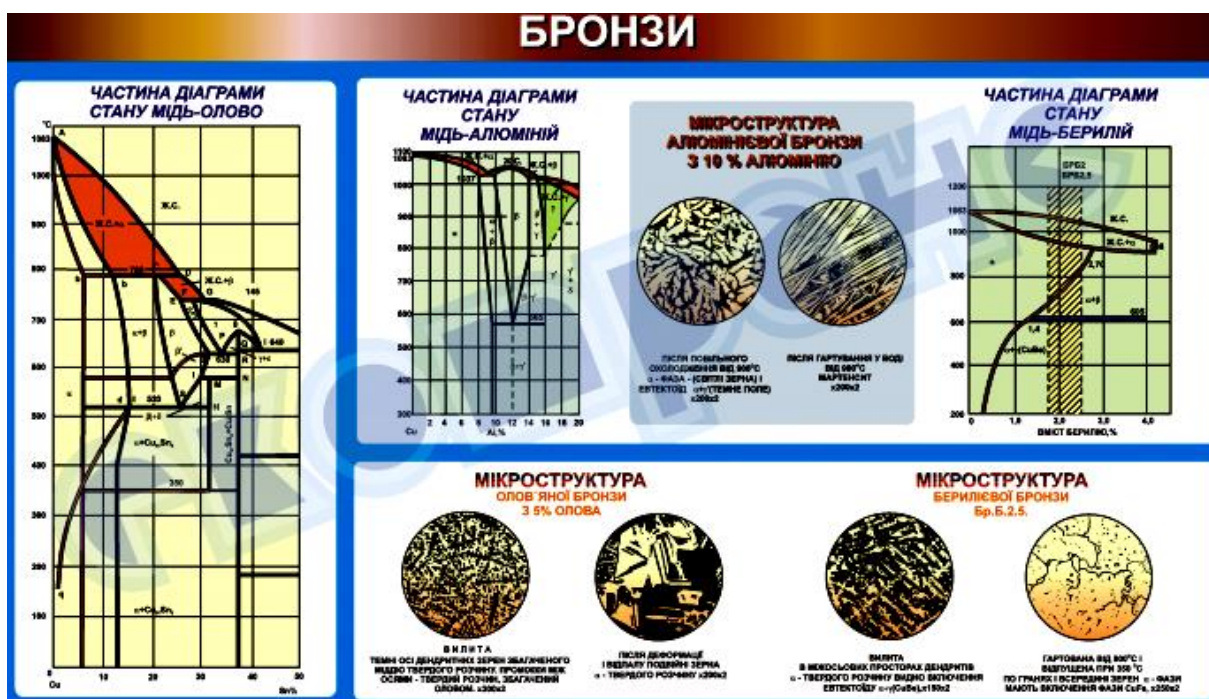


Рис. 1.35. Плакат "Бронзи" [14]



Рис. 1.36. Приклад розшифровки марки бронзи [9]

Таблиця 8

Хімічний склад і механічні властивості деяких олов'яних бронз [9]

Марка сталі	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	олово	інші елементи				
Деформівні бронзи						
БрОФ8-0,3	7,5—8,5	0,25—0,35 P, 0,1—0,2 Ni	—	—	—	—
БрОФ7-0,2	7—8	0,1—0,25 P	—	—	—	—
БрОФ4-0,25	3,5—4	0,2—0,3 P	340	—	650	52
БрОЦ4-3	3,5—4	2,7—3,3 Zn	350	65	600	40
БрОЦС4-4-4	3—5	3—5 Zn; 3,5—4,5 Pb	—	—	—	—
Ливарні бронзи						
БрОЗЦ7С5Н1	2,5—4	6—9,5 Zn; 3—6 Pb; 0,5—2 Ni	176	—	588	8
БрО4 Ц7С5	3—5	6—9 Zn; 3—7 Pb	147	—	588	6
Бр05Ц5С5	4—6	4—6 Zn; 4—6 Pb	147	—	588	6
Бр06Ц6С3	5—7	5—7 Zn; 2—4 Pb	147	—	588	6
Бр08Ц4	7—9	4—6 Zn	196	—	735	10
БрО10Ф1	9—11	0,4—1,1 P	215	—	784	3

Таблиця 9

Хімічний склад і механічні властивості деяких алюмінієвих бронз [9]

Марка бронзи	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	алюміній	інші елементи				
Деформівні бронзи						
БрА5	4—6	—	380	160	60	65
БрА7	6—8	—	420	—	70	70
БрАМц9-2	8—10	1,5—2,5 Mn	500	300	—	55
БрАМц10-2	9—11	1,5—2,5 Mn	—	—	—	25
БрАЖ9-4	8—10	2—4 Fe	600	220	110	40
БрАЖМц10-3-1,5	9—11	2—4 Fe, 1—2 Mn	610	—	130	20
БрАЖН10-4-4	9,5—11	3,5—5,5 Fe, 3,5—5,5 Ni	650	—	150	40
Ливарні бронзи						
БрА9Мц2Л	8,9—9,5	1,5—2,5 Mn	392	—	78	20
БрА10Мц2Л	9,6—11	1,5—2,5 Mn	490	—	108	12
БрА9Ж3Л	8—10,5	2—4 Fe	490	—	98	10
БрА10Ж3Мц2Л	9—11	2—4 Fe, 1—3 Mn	392	—	98	10
БрА10Ж4Н4Л	9,5—11	3,5—5 Fe, 3,5—5,5 Ni	587	—	157	5

Таблиця 10

Хімічний склад і механічні властивості деформівних кремнієвих бронз [9]

Марка бронзи	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	Кремній	інші елементи				
БрКМц3-1	2,7—3,5	1—1,5 Mn	400	200	90	35
БрКН1-3	0,6—1,1	2,4—3,4 Ni; 0,1—0,4 Mn	350	—	75	30

Таблиця 11

Хімічний склад і механічні властивості берилієвих бронз [9]

Марка бронзи	Масова частка, %		σ_B	$\sigma_{0,2}$	НВ	δ , %
	Кремній	інші елементи				
БрБ2	1,8—2,1	0,2—0,5 Ni	540	300	100	25
БрБНТ1,7	1,6—1,85	0,2—0,4 Ni; 0,1—0,25 Ti	—	—	—	—
БрБНТ1,9	1,85—2,1	0,2—0,4 Ni; 0,1—0,25 Ti	—	—	—	—
БрБНТ1,9Mg	1,85—2,1	0,2—0,4 Ni; 0,1—0,25 Ti	—	—	—	—

В автомобілебудуванні **свинець** застосовують для виготовлення решіток акумуляторних пластин, активної маси пластин, клем і перемичок акумуляторів, його використовують також як компонент в бронзах, припоях і антифрикційних сплавах. У чистому вигляді **олово** застосовується для лудіння, найбільш широке застосування олово знаходить як добавка в сплави кольорових металів, для приготування припоїв і виготовлення бабітів [6; 9; 10].

Магнієві сплави (ливарні та деформівні), до складу яких входять алюміній, марганець, цинк, цирконій та ін. елементи, використовуються для отримання картерів двигунів (МЛ2 – МЛ12), каркасів кузовів (МА1 – МА19) та ін. До складу **цинкових сплавів** входять алюміній, мідь, магній та ін. елементи. Вони мають низьку температуру плавлення. Їх застосовують для виготовлення автомобільних деталей складної форми з тонкими перетинами методом лиття під тиском. З цинкових сплавів виготовляють корпуси карбюраторів, корпуси паливних насосів, гальмівні крани, облицювання радіаторів тощо [6; 9; 10].

Антифрикційні сплави широко застосовують в автомобілебудуванні для виготовлення вкладок корінних і шатунних підшипників ковзання колінчастих валів двигунів, опорних втулок розподільних валів, шатунних вкладок колінчастих валів компресорів. Як антифрикційні сплави найбільш широко застосовують бабіти, бронзи, алюмінієві та металокерамічні сплави (рис. 1.37, 1.38). В даний час для підшипників ковзання використовують біметалеві або тришарові вкладиші, в яких робочий шар являє собою свинцеву бронзу або пластичні алюмінієві сплави, що містять *Al, Sb* та *Cu*, або *Al, Sn* та *Cu* [6; 9; 10].

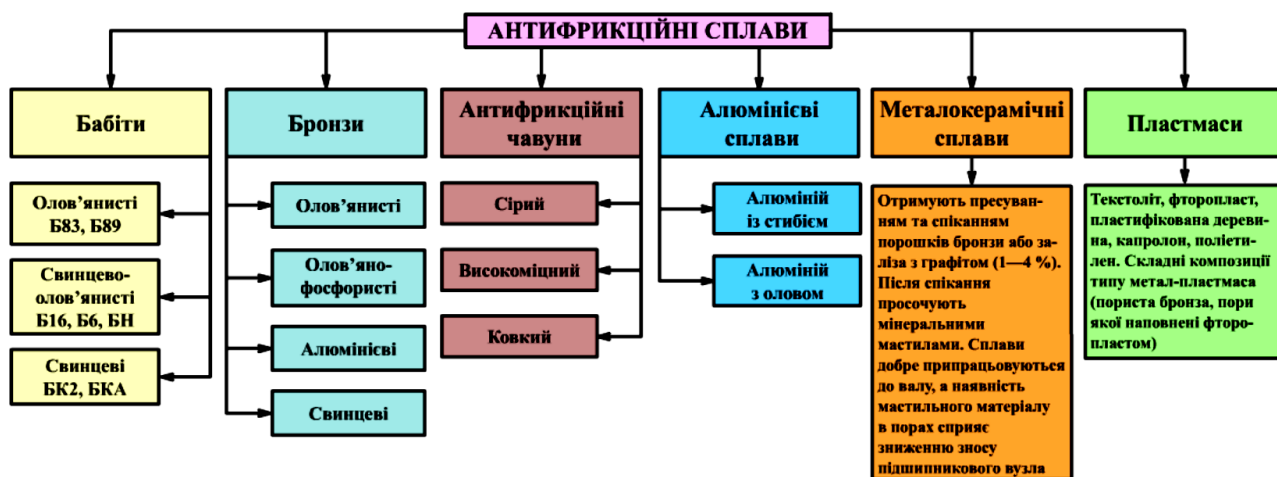


Рис. 1.37. Види антифрикційних сплавів [9]

На карбюраторних автомобільних двигунах переважно застосовують малосурмянистий свинцевий сплав СОС-6-6. Що володіє хорошою опірністю циклічним деформаціям і викривування. Для заливки вкладок корінних і шатунних підшипників колінчастих валів дизельних автомобільних двигунів застосовують свинцюваті бронзу, зазвичай БрСЗО. Для заливки вкладок дизельних і карбюраторних двигунів застосовують сплави на алюмінієвій основі, наприклад сплав АСС6-5. Перевагами тонкостінних вкладок, залитих свинцевою бронзою або алюмінієвим сплавом, є їх велика міцність, менша ймовірність викривування, хороша теплопровідність, висока жаростійкість [6].

В автомобілебудуванні і авторемонтному виробництві застосовують олов'янисто-свинцеві і мідно-цинкові *припої*, крім того, використовують срібні припої для пайки відповідальних з'єднань електроприладів і електропроводів (ці припої мають високу механічну міцність, пластичність, електропровідність, корозійну стійкість, проте дорогі). Олов'янисто-свинцеві припої застосовують для лудіння вкладок, залитих свинцевими бабітами, для пайки радіаторів, паливних баків, деталей електроустаткування. Мідно-цинкові припої застосовуються для пайки деталей з латуні, мідних сплавів, для газової пайки деталей з сірого і ковкого чавуну і т. п. [6; 9; 10].

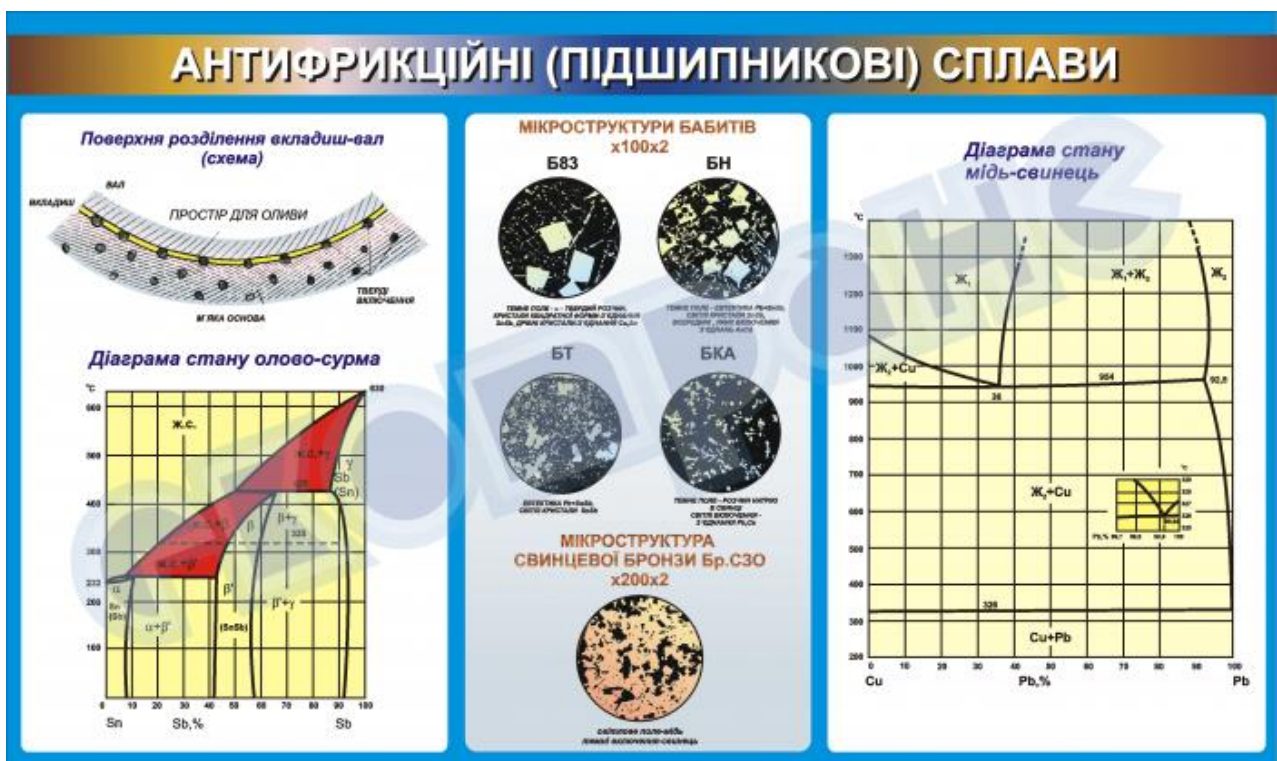


Рис. 1.38. Плакат "Антифрикційні (підшипникові) сплави" [14]

Висновки. Отже, процес формування та засвоєння в учнів старшої школи знань з питань класифікації, властивостей та застосування сучасних кольорових металів і їх сплавів, що використовуються для виробництва, експлуатації, ремонту і технічного обслуговування автомобільного транспорту, має бути нерозривно пов'язаним з профільним вивченням "Технологій" за спеціалізацією "Автосправа" в закладах загальної середньої освіти, так як забезпечення знань з основ матеріалознавства загалом є однією з найважливіших умов підвищення якості майбутніх працівників в автотранспортній галузі.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження пов'язані з розробкою та удосконаленням методичного забезпечення засвоєння матеріалу з питань застосування твердих діелектриків для виробництва, експлуатації та ремонту автомобільного транспорту.

Список літератури

1. Біліченко В.В. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/index.html# (дата звернення: 28.10.2021).
2. Горячева Т.В., Бабенко М.О. Матеріалознавство: Конспект лекцій. Красноармійськ: КП Дон НТУ, 2011. 91 с.
3. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Венжега В.І. Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник. Чернігів: ЧНТУ, 2013. 192 с.
4. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. К. : Либідь, 2018. 400 с.
5. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції (14-15 квітня 2016 р.). Вінниця, 2016. С. 49-57. URL: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>. (дата звернення: 31.10.2021)
6. Колесник П.А., Кланица В.С. Матеріалознавство на автомобільному транспорті: учебник [для вузов по направлению подготовки "Транспортные средства"] / 7-е изд., стер. М. : Издательский центр "Академия", 2016. 318 с.
7. Матеріалознавство в машиностроєнні: учебник для бакалавров / Адашкин А.М. и др. М.: Издательство Юрайт, 2015. 535 с.
8. Матеріалознавство в автомобільному транспорті. Лабораторний практикум / Косенко В.А. та ін. К. : Університет "Україна", 2019. 254 с.

9. Матеріалознавство в машинобудуванні: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: <https://fizmat.7mile.net/materialoznavstvo/index.html> (дата звернення: 26.10.2021).
10. Матеріалознавство та матеріали у автомобільному транспорті. Навчальний посібник / Косенко В.А. та ін. К.: Університет "Україна", 2015 р. 314 с.
11. Навчальна програма закладів загальної середньої освіти "Технології 10-11 класи. Профільний рівень. Спеціалізація "Автосправа". МОНУ, 2017. 34 с.
12. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин. Підручник. К. : Либідь, 2005. 504 с.
13. Прокопович І.В. Металознавство : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2020. 308 с.
14. Стенди і плакати (КМ НВП "Екотранс"). Металургія. Технологія металів. Матеріалознавство. [Електронний ресурс]. URL: http://www.ekotrans.com.ua/store.php/category_id/532/lang/ua/page/1 (дата звернення: 22.10.2021).
15. Терещук Андрій Іванович. Теорія і методика технологічної підготовки учнів старшої загальноосвітньої школи : Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02. Умань : Уманський державний педагогічний університет ім. П. Тичини, 2013. 485 с.
16. Уруський Андрій Володимирович. Методика реалізації індивідуального підходу до навчання старшокласників за технологічним профілем : Дис... канд. пед. наук: 13.00.02. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2016. 235 с.
17. Филиппов М.А., Гервасьев М.А., Жилин А.С. Материаловедение в автомобилестроении : учеб. пособие / 2-е изд., стер. М. : ФЛИНТА, 2017. 310 с.
18. Царенко О.М. Методологічні аспекти використання мультимедійних засобів у навчальному процесі. Науковий вісник Львівської академії. 2017. Вип. 1. С. 213-217.