

Розділ 12. СПЛАВИ ДЛЯ ХУДОЖНЬОГО ЛИТТЯ



12. СПЛАВИ ДЛЯ ХУДОЖНЬОГО ЛИТТЯ

Художнє литво класифікують за рядом ознак, у числі яких його маса, габаритні розміри, сплав тощо. Проте, ознакою класифікації художнього лиття, яка найбільш часто використовується, є його тип.

У даний час художнє литво поділяють на типи, серед яких [135]:

- ✓ **кабінетне литво** (мала пластика) – виливки відносно невеликих розмірів: статуетки людей, тварин, шахи тощо (див. рисунки 12.1 – 12.5, 12.7 – 12.21, 12.24) [193, 235 – 239, 245, 246, 249, 250];
- ✓ **ажурне литво** – тонкорельєфні малогабаритні виливки: скриньки, блюда, тарілки, ручки, фурнітура та декор для меблів, світильники, бра тощо (див. рисунки 12.6, 12.34 – 12.46) [218, 219, 235, 245, 248, 253, 254];
- ✓ **архітектурне литво** – декоративні елементи споруд, будівель, мостів, парканів, вуличних ліхтарів, лавок тощо (див. рисунок 12.30) [251];
- ✓ **скульптурне литво** – великогабаритні, монументальні художні вироби: статуї, бюсти тощо (див. рисунки 12.22, 12.23, 12.25 – 12.29, 12.31 – 12.33, 12.47, 12.48) [238, 240 – 244, 247, 252, 255].

При цьому виливки можуть бути виготовлені із бронзи, латуні, чавуну, неіржавкої сталі, сплавів на основі **Ti**, **Al**, **Zn**, **Sn**, благородних або дорогоцінних металів та їх сплавів. Якщо художній виріб досить великий і виготовити його суцільнолитим методом лиття за витоплюваними моделями не уявляється можливим, то його виготовляють із окремих фрагментів, які пізніше з'єднують між собою методом зварювання або пайки [188 ... 192].



Статуетка "Танцівниця"



Статуетка "Там-там"

Рисунок 12.1 – Кабінетне литво (мала пластика). Бронза. М. Зігура (Україна)



Рисунок 12.2 – Шахи. Бронза. О. Зігура (Україна)



Рисунок 12.3 – Парні статуетки "Рубенс і Ван-Дейк".
Бронза (к. XIX – п. XX ст.). Salmson (Франція)



Рисунок 12.4 – Статуетка “Христофор Колумб”.
Бронза (друга половина XIX ст.).
E. Gaudez (Франція)



Рисунок 12.5 – Статуетка “Бард”. Бронза (XIX ст.).
J. D. Debut (Франція)



Рисунок 12.6 – Лампа “У танці вогню”.
Бронза (1897). R. Larche (Франція)



Рисунок 12.7 – Статуетка "Чоловік та хлопчик".
Бронза (к. XIX – п. XX ст.).
Н. Allouard (Франція)



Рисунок 12.8 – Статуетка. Бронза (XIX ст.).
Е. Rapcoulet (Франція)



Рисунок 12.9 – Статуетка "Жінка, що стоїть та грає з кицькою".
Бронза (к. XIX – п. XX ст.).
Н. Allouard (Франція)



Рисунок 12.10 – Статуетка "Жінка, що сидить".
Бронза (XIX ст.). М. Moreau (Франція)



Рисунок 12.11 – Статуетка "Антична поетеса".
Бронза (XIX ст.). М. Moreau (Франція)



Рисунок 12.12 – Статуетка "Жінка, що грає на лютні".
Бронза (XIX ст.). Е. Gaudez. (Франція)



а



б

Рисунок 12.13 – Статуєтки "Психея" (а) та "Жінка, що читає" (б).
Бронза (XIX ст.). Е. Carrier-Belleuse (Франція)



Рисунок 12.14 – Статуетка "Поцілунок Феї".
Бронза (XIX ст.). М. Moreau (Франція)



Рисунок 12.15 – Статуетка “Двое”. Бронза.
Но Gaylord. (Тайвань)



Рисунок 12.16 – Статуетка "Мати та дитя (Капор)". Бронза (1982).
G. Moore (Великобританія)



Рисунок 12.17 – Статуетка “Дух танцю”. Бронза.
Ho Gaylord (Тайвань)



Рисунок 12.18 – Статуетка (мала пластика). Бронза.
P. Bradley (Великобританія)



Рисунок 12.19 – Статуетки (мала пластика). Бронза.
Angela Mia De La Vega (США)



Рисунок 12.20 – Статуетка (мала пластика). Бронза.
Angela Mia De La Vega (США)



Рисунок 12.21 – Статуетка (мала пластика). Бронза.
Angela Mia De La Vega (США)



Рисунок 12.22 – Паркова скульптура. Бронза.
Angela Mia De La Vega (США)



а



б

Рисунок 12.23 – Садова скульптура "Хоббіт" до (а) та після (б) встановлення на ставку. Бронза. D. Goode (Великобританія)



Рисунок 12.24 – Бюст хоббіта. Бронза.
D. Goode (Великобританія)

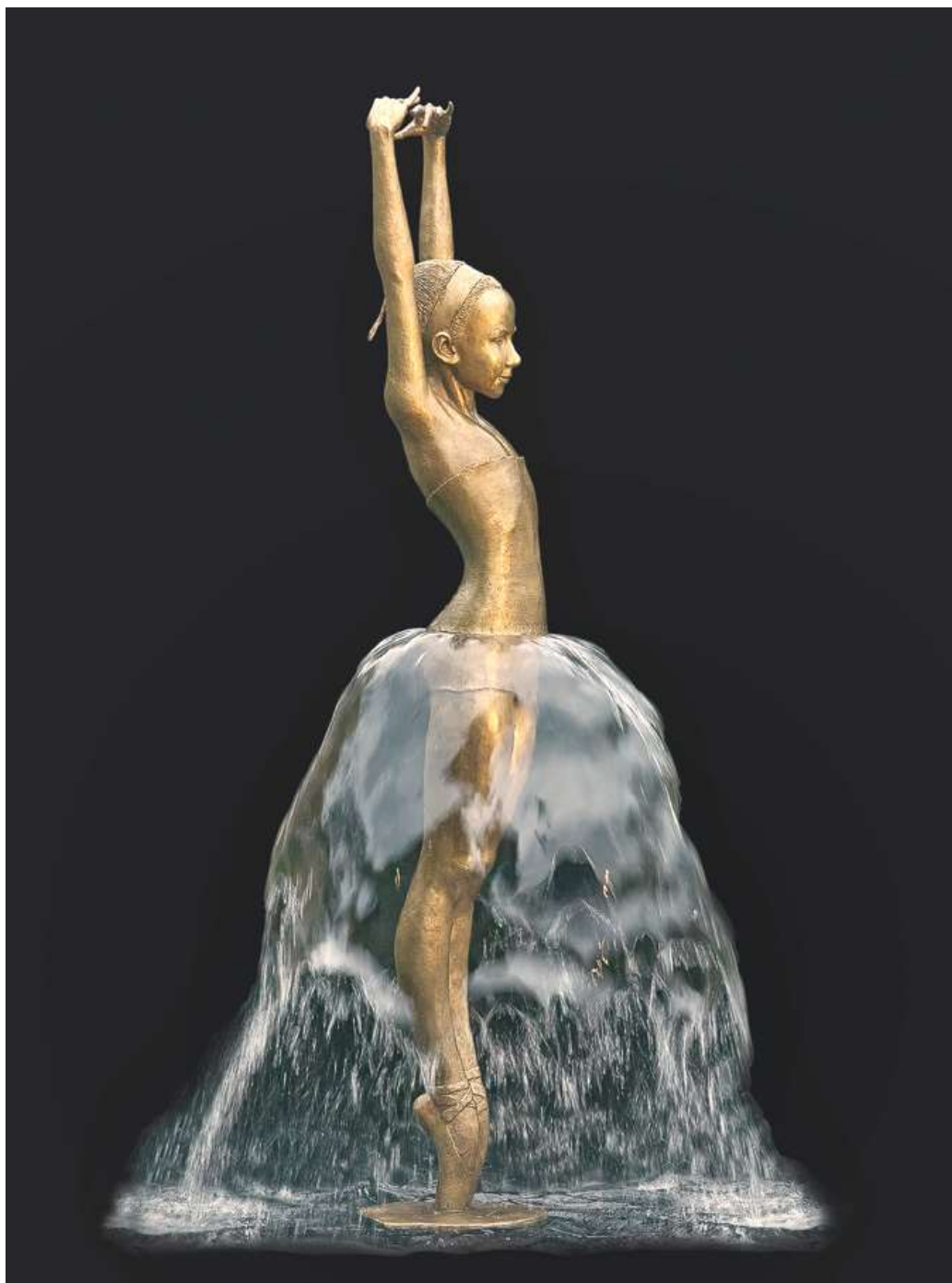


Рисунок 12.25 – Фонтан. Бронза.
М. Chodakowska (Німеччина)



Рисунок 12.26 – Скульптура “Розширення (Експансія)”. Бронза.
Р. Bradley (Великобританія)



Рисунок 12.27 – Скульптура “Чорний привид”. Бронза.
(Клайпеда, Литва)



Рисунок 12.28 – Фрагмент містичної скульптури "Voodoo people". Бронза.
К. F. Grey (Великобританія)



Рисунок 12.29 – Паркова “рвана” скульптура. Бронза.
В. Catalano (Франція)



Рисунок 12.30 – Скульптурна група "Бесіда". Бронза. (Лондон, Великобританія)



Рисунок 12.31 – Пам'ятник "Прехід". Бронза.
Є. Калина (Вроцлав, Польща)



Рисунок 12.32 – Пам'ятник робочим велосипедного заводу. Бронза.
(Вестерос, Швеція)



Рисунок 12.33 – Фрагмент скульптури-фонтану "Мустанги Лас Колинаса".
Бронза (1984). R. Glen (США)



Годинник камінний



Канделябр на 5 свічок



Скринька

Рисунок 12.34 – Вироби **Virtus** (Іспанія). Бронза



Рисунок 12.35 – Цукорниця (цукерниця). Ювелірна фірма "Seervann".
Литво, штамповка, чеканка (XIX ст., Франція)



Рисунок 12.36 – Ваза. Ювелірна фірма "C. Griffiths & Co".
Литво, штамповка, чеканка (1900 р., Англія)



Рисунок 12.37 – Кавник.
Литво, штамповка, чеканка
(1896 р., Англія)

Рисунок 12.38 – Глечик.
Литво, штамповка, чеканка
(к. XIX – п. XX ст., Франція)



Рисунок 12.39 – Кавник.
Ювелірна фірма "Debain & Flament".
Литво, штамповка, чеканка
(1874 – 1880 рр., Франція)





Рисунок 12.40 – Антикваріат. Глечики. Литво, штамповка, чеканка



Рисунок 12.41 – Антикваріат. Глечики. Литво, штамповка, чеканка



Рисунок 12.42 – Антикваріат. Глечики. Литво, штамповка, чеканка



Рисунок 12.43 – Антикваріат. Глечик із тацею. Литво, штамповка, чеканка



а



б

Рисунок 12.44 – Вази сервіровочні (а)
та кольоровий накладний кришталі (б) в оправі із позолоченої бронзи.
Вироби **Baccarat**. (XIX ст., Франція)



Рисунок 12.45 – Келих із морської мушлі



Рисунок 12.46 – Пасхальне яйце та пава.
Кришталь, бронза. Карл Фаберже



а



б

Рисунок 12.47 – Декоративна меблева бронзова накладка (а),
комод із бронзовими накладками та ніжками (б). С. Груздов (Україна)



Рисунок 12.48 – Статуя “Дракон” (Китай)

Якщо виливок виготовляють зі сплаву неблагородних металів, схильного до окислення на повітрі, то його поверхню можуть покрити фарбою або прозорим лаком, позолотити або посріблити, покрити емаллю тощо. Поверхню олов'яних бронз, як правило, нічим не покривають, але у деяких випадках покривають патиною (піддають низькотемпературному тонуванню).

Дрібне ажурне художнє і декоративне литво переважно виготовляють із бронзи, латуні, сірого чавуну, тобто зі сплавів із високою рідкоплинністю (заповнюваністю форми). Значно рідше литво даної категорії виготовляють із неіржавкої сталі, титанових сплавів, а також зі сплавів на основі **Al, Zn, Sn, Ag, Au, Pt**. Бронзи в основному використовують для

виробництва монументальних художніх виливків (статуарного литва), бронзи і латуні – для малої скульптури і декоративних виливків (підсвічників, накладок, рукоятей і т.п.). Сірий чавун переважно використовують для виробництва малої скульптури тощо.

До числа сплавів, які найбільш часто використовують для виробництва художнього декоративного литва, відносяться олов'яні бронзи марок БрО4Ц4С2,5, БрО6Ц6С3, БрО5Ц5С5, БрО3Ц7С5Н, БрО3Ц12С5, БрО5Ф, БрО10Ф, а також безолов'яні бронзи марок БрА9Ж3Л, БрА9Мц2, БрК3Мц, БрМц5, властивості яких описані у розділі 11.

Бронзи характеризуються високою рідкоплинністю, відносно низькою температурою заливання, добре оброблюються різанням, карбуються, гравіюються, поліруються та тонуються. Бронзи мають високі колористичні можливості. Залежно від хімічного складу колір бронзових виробів може змінюватися від червоного до золотистого. Невисока стійкість бронз до окислення на повітрі є причиною того, що з часом поверхня бронзового виробу тьмяніє, а поверхня виробів із олов'яної бронзи набуває зеленуватого нальоту (шар закису міді).

Із числа старовинних марок бронз, які поділяли на гарматну (13 % **Sn**), дзеркальну (32 % **Sn**), монетну (7 % **Sn**) і дзвонову (20 ... 22,5 % **Sn**), у даний час

найбільш широко використовують дзвонову бронзу, із якої виготовляють дзвонів вироби. Всі дзвонів вироби, які виготовляють, поділяють на три типи – церковні дзвони, сигнальні дзвони і піддужні дзвіночки.

Церковні дзвони проектують за модульним принципом (метод зовнішньої подоби), де розміри всіх елементів виконують у суворо певних співвідношеннях між собою. Основні критерії якості церковних дзвонів – їх милозвучність та художнє оформлення.

Сигнальні дзвони (ринди) проектують відповідно до ГОСТу 8117. Основна вимога до сигнальних дзвонів – сила звучання.

Піддужні дзвоники – відносно невеликі вироби масою, як правило, до 0,5 кг, відрізняються від дзвонів рівномірністю товщини стінки по всій їх висоті, а їх звучання, як правило, носить шумовий ефект.

По суті, дзвонів вироби – музичні інструменти ударного типу. Тому до числа основних вимог, що висувають до матеріалу дзвонів, відносяться: висока ступінь збудження при ударній дії, випромінювання всіх акустичних частот після ударної дії, тривалість звучання, відносно низька крихкість, у тому числі і при мінусовій температурі.

Відповідно до визначень, прийнятих у музичному матеріалознавстві, критерієм якості "звучного" матеріалу є величина акустичної константи – показник, що враховує швидкість поширення звуку у металі, питому щільність металу і тривалість загасання у ньому коливань. Тобто, питома щільність і величина внутрішнього тертя дзвонового матеріалу – одні із основних параметрів, що визначають його музичні (акустичні) характеристики. Із числа відомих сплавів найкращі акустичні характеристики мають вироби із дзвонової бронзи. *Дзвонова бронза* – це сплав **Cu** с 20,0 ... 22,5 % **Sn** (за масою), що має у литому нетермообробленому стані високі акустичні характеристики. При цьому акустичні характеристики дзвонової бронзи багато у чому залежать від природи і вмісту у ній домішок. Найбільш небажаними домішками у цьому відношенні є **Al**, **Bi**, **As**, які різко знижують акустичні властивості дзвонової бронзи при їх вмісті навіть у сотих частках відсотка. У той же час домішка **Ag** не впливає на звучання дзвону. У зв'язку з цим вміст домішок у дзвонової бронзи, що знижують її акустичні характеристики, обмежують 2 % (за масою), а в окремих випадках – 1 %.

Звучання дзвонової бронзи також залежить від рівня напруженого стану сплаву, тобто від вмісту у ньому інтерметалідної фази. У дзвонової олов'яній бронзі інтерметалідною фазою є сполука $Cu_{31}Sn_8$, зі збільшенням частки якої підвищуються чистота, потужність і мелодійність звучання сплаву. Незважаючи на дану закономірність, вміст інтерметалідної фази у дзвонової бронзи обмежують, вводючи до неї не більше 22,5 % **Sn** (за масою). Дане обмеження зумовлено крихкістю інтерметалідної фази, в якій виникають тріщини при ударній дії.

Виходячи із цього, В. А. Лісовським та О. Б. Лісовською були розроблені безолов'яні кременисті дзвонів бронзи марок БрК5ЖЦС, БрК6Мц, у структурі яких після термічної обробки присутня γ -фаза (електронна сполука Cu_5Si), що забезпечує необхідну якість їх звучання [195, 196].

У порівнянні із олов'яною дзвоною бронзою, вироби із термообробленої бронзи БрК5ЖЦС і БрК6Мц, хоча і мають аналогічні акустичні характеристики, характеризуються більш високими механічними властивостями і корозійною стійкістю та не втрачають своїх властивостей при низьких температурах. Суттєвим недоліком цих бронз є необхідність їх термообробки (гартування від 750 °С і

старіння протягом 2-х годин при температурі 450 °С) для виділення і фіксування в їх структурі γ' -фази.

Розподіл тонів у звуковому спектрі дзвону залежить і від його розмірів, товщини стінки і конструкції, схему якої надано на рисунку 12.49.

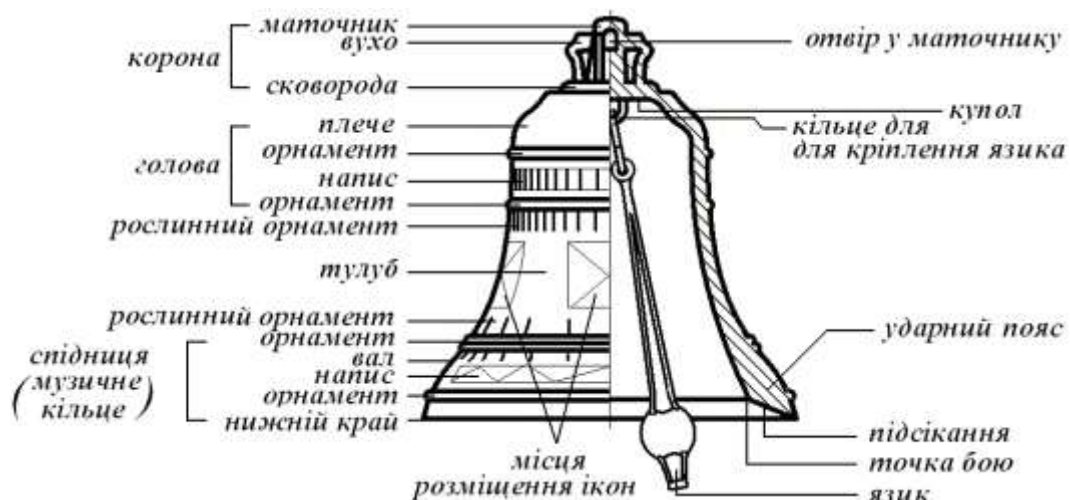


Рисунок 12.49 – Схема церковного дзвону

Чим товща стінка і менше габаритні розміри дзвону, тим вища тональність його звучання. Розміри, форму, орнамент і тональність звучання будь-якого дзвону визначають, виходячи із його призначення.

Як було зазначено вище, на відміну від церковних, сигнальні дзвони виготовляють відповідно до ГОСТу 8117. Даний стандарт встановлює вимоги до дзвонів, які застосовують для звукової сигналізації на кораблях, судах і плавучих засобах. Відповідно до цього стандарту сигнальний дзвін, вид і схему якого надано на рисунку 12.50, виготовляють із дзвонової бронзи або латуні ЛЦ16К4 трьох типорозмірів, наведених в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1 – Типорозміри сигнальних дзвонів

Типорозмір	Висота (H), мм	Діаметр (D), мм	Маса, кг (для латуні ЛЦ16К4)
I	205	205	6,6
II	315	325	25,0
III	390	400	46,0

Відповідно до ГОСТу 8117 сигнальний дзвін повинен забезпечувати рівень звукового тиску не менше 110 дБ на відстані 1 м від себе. Зовнішня поверхня дзвону повинна бути полірованою, не мати тріщин і шлакових включень. Сталеві деталі дзвону повинні бути оцинкованими. У деяких випадках ГОСТом допускається виготовлення корпусів дзвонів із дзвонової олов'яної бронзи, що містить 78 ... 80 % **Cu**, 20 ... 22 % **Sn**, **Pb** ≤ 0,15 %, **P** ≤ 0,10 %, **Zn** та інших домішок – менше 0,75 % (за масою).

До піддужних дзвоників, за рідким винятком, вимоги до звучання не пред'являють. Тому піддужні дзвоників, як правило, мають символічний характер та використовуються як прикраси, сувеніри тощо. При цьому їх корпуси мають не тільки класичну форму дзвонів, а й, наприклад, форму статуеток, або замість корони на дзвіночку виконують ручку, фігурки людей, тварин і т.п.

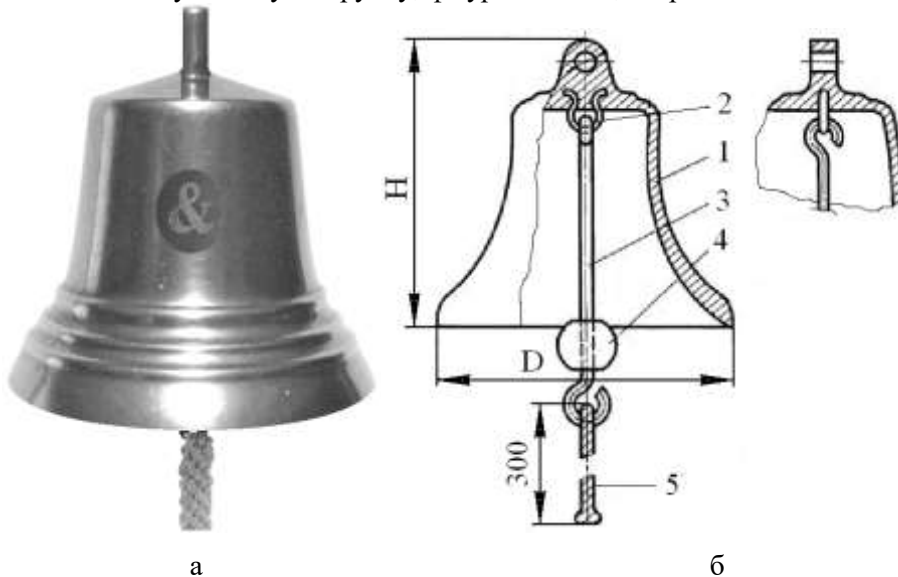


Рисунок 12.50 – Вигляд (а) і схема (б) сигнального дзвону (ринди):
 1 – корпус; 2 – вушко (сталь Ст3, бронза БрА9Мц2, сталь 12Х18Н9Т);
 3 – стрижень (сталь Ст0, Ст3); 4 – бойок (сталь Ст3); 5 – ринда-булинь (канат ПАТ)

Як було зазначено вище, кожен дзвін виготовляють і оформлюють (прикрашають) відповідно до його призначення. Якщо, наприклад, виготовляють ринду, то її зовнішня поверхня може не мати ніяких написів, орнаменту та ікон. На інших риндах виконують кілька орнаментальних поясків або напис назви судна, на якому її встановлять, або те й інше тощо. Якщо дзвін використовують у складі міського годинника для звукового оповіщення часу числом ударів у дзвін, то на його зовнішній поверхні, як правило, не виконують ніяких прикрас. Подібний вигляд мають дзвони та дзвіночки, які використовують в оркестрах, або під час новорічних та різдвяних свят, шкільних заходів, в офісах та квартирах (квартирні дзвіночки-дзвінки) та ін.

Латуні, на відміну від бронз, характеризуються більш високими ливарними властивостями, зокрема, більш високою рідкоплинністю та заповнюваністю форми, малими температурним інтервалом кристалізації та лінійною усадкою, більш низькою вартістю. До недоліків латуні у порівнянні з бронзою слід віднести більшу схильність до окислення та більш низькі колористичні можливості не зважаючи на те, що при вмісті $Zn = 40 \dots 45 \%$ за масою колір латуні змінюється з жовтого на білий.

Марки сплавів на основі міді, які встановлені ГОСТ 4116 для виробництва художнього та декоративного литва, наведені в таблиці 12.2.

Таблиця 12.2 – Марки мідних сплавів для художнього лиття

Сплав	Масова частка, % (залишок – Cu)			ρ_{20} , кг/м ³	Призначення
	Sn	Zn	Pb		
БХ1	4,0-7,0	5,0-8,0	1,0-4,0	8790	Виробництво бюстів і скульптур
БХ2	1,0-5,0	8,0-13,0	1,0-6,0	8810	Велике декоративне литво
БХ3	0,5-3,0	25,0-35,0	1,0-3,0	8460	Дрібне декоративне литво

Примітка. Сумарна частка домішок (**Sb, Fe, Al**) – не більше 1,5 % (за масою).

Художнє та декоративне литво виготовляють не тільки із марок сплавів, наведених в таблиці 12.2, а й, як було зазначено вище, із будь-яких інших марок бронз, латуней, а також бабітів, сірого чавуну, сталі, титанових сплавів тощо. Зокрема, до таких сплавів відносяться подвійні алюмінієві бронзи БрА5 та БрА7, кремністі латуні ЛЦ17К3 та ЛЦ14К3С3, що характеризуються добрими ливарними властивостями та яскравою золотистою поверхнею у виливках.

Із олова та його сплавів виготовляють дрібні виливки, переважно – статуетки. Для підвищення міцності та жорсткості виробів до олова додають невелику кількість **Sb, Pb** та ін. Для підвищення рідкоплинності **Sn** до нього додають невелику кількість сплаву Вуда.

У ряді випадків кабінетне литво (малу пластику) виготовляють із олов'яних бабітів. Хімічний склад (ГОСТ 1320), середні значення питомої щільності при 20 °С, а також температури фазових переходів олов'яних бабітів наведені в таблиці 12.3.

Таблиця 12.3 – Хімічний склад, питома щільність і температури фазових переходів олов'яних бабітів

Сплав	Масова частка, % (залишок – Sn)					t_L , °С	t_s , °С	ρ_{20} , кг/м ³
	Sb	Cu	Cd	Ni	Pb			
Б88	7,3-7,8	2,5-3,5	0,8-1,2	0,15-0,25		320		7350
Б83	10,0-12,0	5,5-6,5				370	240	7380
Б83С	9,0-11,0	5,0-6,0			1,0-1,5	400	230	7400

Сірий чавун для художніх виливків, окрім **Fe** з 2,0 ... 4,5 % **C** (за масою) містить 1,0 ... 3,5 % **Si** і 0,5 ... 1,0 % **Mn**. Для покращення заповнюваності форми і рідкоплинності у сірому чавуні підвищують вміст **P, Si, C** і зменшують вміст **S** і **Mn**. Основними недоліками сірого чавуну, як матеріалу для художнього і декоративного литва, є його крихкість, відносно невисока міцність, складність у ручній механічній обробці і необхідність захисту поверхні литва від окислення. Для захисту від окислення поверхню таких виливків покривають прозорим лаком або чорною фарбою, що приховує тонкощі рельєфу поверхні лиття і знижує їх художню цінність.

Художнє литво із неіржавких сталей виготовляють рідко, що зумовлено відносно невисокими ливарними властивостями цих сталей і високою температурою їх заливання ($t_{зал} = 1570 \dots 1620$ °С). При цьому після остаточних доробок, підварювання та доведень виливки піддають абразиво-струменевій обробці та/або електрополіруванню. У першому випадку готовий виріб набуває сірувату матовість поверхні, а після електрополірування – дзеркально-білу поверхню.

12. СПЛАВИ ДЛЯ ХУДОЖНЬОГО ЛИТТЯ

Титанові виливки найбільш часто виготовляють зі сплаву ВТ5Л. Як і у разі сталевих виливків, виливки із титанових сплавів очищують, допрацьовують і полірують. Після полірування вироби характеризуються яскраво-білою дзеркальною поверхнею, що не тьмяніє з часом. Основний недолік виливків із титанових сплавів – складність і дорожнеча їх виробництва, необхідність використання спеціального обладнання, а також графітових або коксо-графітових оболонкових форм.

Для виробництва художнього та декоративного литва також використовують подвійні мідні сплави, кольори і відтінки яких наведені в таблиці 12.4.

Таблиця 12.4 – Кольори та відтінки подвійних мідних сплавів [168]

Масова частка Cu, %	Колір сплаву	
	із оловом	із цинком
99	Блідо-червоний	Червоний
96	Блідо-рожевий	Червоний із жовтизною
92	Червонувато-жовтий	Коричнево-червоний
90	Помаранчево-жовтий	Червоно-жовтий
85	Жовтий	Жовто-червоний
80	Жовтий із золотистим відливом	Червонувато-жовтий
75	Блакитно-червоний	Світло-жовтий
73	Темно-сірий	Жовтий
70	Білий	Жовтий
65	Блакитно-білий	Яскраво-жовтий
50	Світло-сірий	Золотисто-жовтий

Ливарні властивості подвійних мідних сплавів Cu–Zn і Cu–Zn змінюються відповідно до діаграм їх фазового стану і, зокрема, залежать від величини температурного інтервалу кристалізації сплаву.

Мідно-нікелеві сплави (мельхіор, нейзильбер), хімічний склад, температури фазових переходів і деякі ливарні властивості яких наведені в таблиці 12.5, застосовують у тих випадках, коли виливкам необхідно надати вигляду срібних виробів із чорнінням.

Таблиця 12.5 – Хімічний склад, температури фазових переходів і деякі ливарні властивості сплавів, що імітують за кольором срібло

Сплав	Масова частка, % (залишок – Cu)			t _L , °C	t _s , °C	α _{ус} , %	ρ ₂₀ , кг/м ³
	Zn	Ni+Co	Домішки (не більше)				
Нейзильбер							
МНЦ 15–20	18-22	13,5-16,5	0,9	1080		2,0	8570
МН 25		24,0-26,0	1,3			2,2	8930
МНЦ 18–20	19-21	17,0-19,0	0,6			2,0	8570
Мельхіор							
МН 19		18,0-20,0	1,5	1190	1130	2,3	8930
МНЦ 12-24	23-25	11,0-13,0	0,6			2,3	8500
МНЦ 18–27	27-28	17,0-19,0	0,6			2,2	8430

Примітка. Для поліпшення рідкоплинності у сплави вводять до 3 % Si (за масою).

До мідно-нікелевих сплавів, що імітують за кольором срібло, також відносяться сплави, хімічний склад яких наведено в таблиці 12.6.

Таблиця 12.6 – Хімічний склад сплавів, що імітують за кольором срібло

з/п	Масова частка, % (залишок – Cu)						з/п	Масова частка, % (залишок – Cu)		
	Cu	Ni	сірий чавун	Al	Sn	Fe		Cu	Ni	сірий чавун
1	57	20	20	3			5	66	18	16
2	59	11	24,5		5		6	55	16	29
3	58	20	19			3	7	49	12	39
4	47	16	35			2	8	46	20	34

Із числа сплавів благородних металів у виробництві кабінетного й ажурного литва найбільшого поширення набули сплави срібла з міддю.

Основним недоліком срібла і сплаву срібла з міддю 950-ї проби є їх невисокі механічні властивості, у зв'язку з чим серійно вироби із цих матеріалів практично не виготовляють.

Срібло 925-ої проби («стерлінгове срібло», «стандартне срібло») характеризується високими ливарними та механічними властивостями, добре полірується і механічно обробляється. Вироби із цього сплаву придатні для покриття емаллю та чорніння фарбами з низькою температурою плавлення.

Срібло 900-ої проби використовують, в основному, для філігранних робіт. За кольором вироби із даного сплаву дещо відмінні від кольору чистого срібла, що зумовлено присутністю у сплаві значної кількості міді. Емаль на вироби зі сплаву цієї проби не наносять, оскільки при температурі 779 °С (температура евтектичного перетворення) він починає плавитися.

Срібло 875-ої проби використовують для виготовлення декоративних виробів. Сплав має високі ливарні і механічні властивості. Колір сплаву і стійкість до потьмяніння на повітрі аналогічні сплаву срібла 900-ої проби.

Срібло 800-ої проби характеризується високими ливарними властивостями, жовтуватим відтінком і низькою стійкістю до окислення на повітрі.

Срібло 720-ої проби - евтектичний сплав, який через низьку пластичність і жовте забарвлення практично не використовують у виробництві художнього литва. У деяких випадках його використовують в якості припою.

Властивості срібла і сплавів срібла з міддю наведені в таблиці 12.7.

Таблиця 12.7 – Властивості срібла і сплавів срібла з міддю

Вміст Ag у сплаві, % (за масою)	$t_{пл},$ °C	$t_L,$ °C	$t_s,$ °C	$\Delta t_{кр},$ °C	$\rho_{20},$ кг/м ³
100	960			0	10390
92,5		910	810	100	10290
90,0		890	779	111	10300
87,5		860	779	81	10160
80,0		820	779	41	10130
71,5	779			0	10000

Як і у більшості сплавів, у срібних сплавах від переплавлення до переплавлення на повітрі збільшується вміст розчинених газів і частка неметалічних включень. Така забрудненість сплавів може стати причиною зниження їх рідкоплинності і міцності, виникнення газових раковин у виливках.

У зв'язку з цим для виготовлення тонкостінних, великогабаритних, ажурних виливків слід:

- використовувати первинний сплав;
- обмежити вміст звороту власного виробництва у шихті 30 ... 40 % (за масою);
- максимально обмежити у шихті частку дрібних і тонких компонентів шихти (стружки, фольги, дроту), плавку вести швидко;
- не допускати значного перегрівання розплаву у процесі плавки;
- забезпечити швидке, без спінування, заповнення форми розплавом.

Як і для інших типів виливків, вибір сплаву для виготовлення виливків художнього призначення здійснюють, виходячи із ряду параметрів, що забезпечують отримання виробу із заданими властивостями і рівнем якості. При цьому для виробництва художнього литва пріоритетними є не тільки колористичні характеристики металу (сплаву), але і його корозійна стійкість на повітрі, рідкоплинність, тріщиностійкість, схильність до утворення утяжин, усадкових раковин тощо. Важливість ливарних властивостей сплавів в одержанні якісного литва зумовлена тим, що у більшості випадків виливки художнього призначення з точки зору литва є нетехнологічними конструкціями.

Нетехнологічність виливків художнього призначення виявляється у неможливості встановлення на ті чи інші термічні вузли з якихось причин живильних елементів ливникової системи, високий ступінь утрудненості лінійної усадки, протяжність і тонкостінність виливків тощо. Результатом використання для таких виливків багатьох марок бронз нерідко є виникнення, наприклад, у термічних вузлах виливків утяжин і усадкових раковин відкритого типу. Для попередження появи даного дефекту, наприклад, у бронзових виливках слід використовувати бронзу БрО5Ц5С5, яка має широкий температурний інтервал кристалізації ($\Delta t_{LS} \approx 130$ °С)

Широкий температурний інтервал кристалізації будь-якого сплаву дозволяє виготовляти із нього виливки не тільки без усадкових раковин і утяжин, але й, практично, без надливів і використання ливникової системи, що виконує функції живильного елемента конструкції.

Для виробництва особливо тонких ажурних великогабаритних виливків слід використовувати латуні – матеріали, що мають високу рідкоплинність і виключно високий рівень відтворення рельєфу робочої поверхні форми.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвіть сплави, які використовують для художнього литва.
2. Вкажіть хімічний склад дзвонової бронзи.
3. Перелічіть недоліки латуні, як сплаву для художнього та декоративного литва.
4. Назвіть тип виливків, що виготовляють із олова та його сплавів.
5. Назвіть склад сірого чавуну для виготовлення художнього литва.
6. Що додають у сірий чавун для покращення заповнюваності форм та рідкоплинності розплаву?

7. Назвіть особливості виготовлення тонкостінних, великогабаритних, ажурних виливків із срібних сплавів.
8. Опишіть ливарні властивості сплавів для художнього литва.

РЕКОМЕНДОВАНИЙ БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК ДО РОЗДІЛУ 12

Див. бібліографічний список наприкінці підручника: 188, 191