

Наталія КЛІЩОВА



ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Наталія КЛІЩОВА

Технології та матеріалознавство

Навчальний посібник

м. Київ

2023

Рекомендовано для використання педагогічною радою

(протокол № 2 від 16 жовтня 2023 року)

Наталія Кліщова Технології та матеріалознавство. Навчальний посібник. – Київ, 2023. – 86 с.

У посібнику представлено основний теоретичний матеріал, необхідний для самостійної роботи здобувачів освіти з курсу "Технології та матеріалознавство". Теоретичний матеріал посібника спрямований на розширення знань з декоративних оброблюваних методів металів та сплавів.

Для здобувачів освіти закладів професійної (професійно-технічної) освіти і всіх, хто цікавиться декоративним обробленням сплавів та металів.

Комунальний заклад професійної
(професійно-технічної) освіти «Київський
професійний коледж артдизайну»
© Кліщова Н.М., 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМА 1. Сплави дорогоцінних металів.....	6
1.1. Основні відомості про сплави дорогоцінних металів.....	6
1.2. Маркування ювелірних сплавів та їх клеймування.....	10
1.3. Розчинність металів.....	13
ТЕМА 2. Загальні властивості ювелірних сплавів.....	17
2.1. Фізико-хімічні властивості ювелірних сплавів.....	17
2.2. Вплив хімічних домішок на ювелірний сплав. Досягнення міцності сплавів.....	19
2.3. Сплави для емалювання.....	21
2.4. Припої для сплавів, їх склад та особливості використання.....	23
ТЕМА 3. Сучасні лігатури	25
3.1. Дефекти, що виникають під час термічної обробки сплавів.....	25
3.2. Лігатура.....	27
ТЕМА 4. Механічні методи обробки ювелірних виробів.....	30
4.1. Крацування та галтування ювелірних виробів.....	30
4.2. Шліфування та полірування ювелірних виробів.....	31
4.3. Інструменти та обладнання для шліфування та полірування.....	37
4.4. Карбування ювелірних виробів.....	42
4.5. Гравіювання ювелірних виробів.....	45
ТЕМА 5. Хімічні методи обробки ювелірних виробів.....	54
5.1. Оксидування ювелірних виробів.....	54
5.2. Патикування ювелірних виробів.....	56
5.3. Пасивування ювелірних виробів.....	59
5.4. Емалювання ювелірних виробів.....	61
5.5. Види емалей, способи нанесення.....	63
5.6. Чорніння ювелірних виробів.....	75
ТЕМА 6. Електрохімічні методи обробки ювелірних виробів.....	77
6.1. Суть гальванізації. Підготовка поверхні металу під покриття.....	77
6.2. Міднення ювелірних виробів.....	80
6.3. Нікелювання та хромування ювелірних виробів.....	82
6.4. Сріблення ювелірних виробів.....	83
6.5. Золочіння ювелірних виробів.....	84
6.6. Родіювання ювелірних виробів.....	85
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	86

ВСТУП

Ювелірне мистецтво - один із найдавніших і найпоширеніших видів декоративноприкладних напрямів. Ювелірні вироби, які збереглися до наших днів, дають уявлення про традиції, смаки і майстерність ювелірів минулого. Завдяки нашим предкам, які залишили після себе шедеври ювелірного мистецтва з різних матеріалів, у народі міцно зміцнилося уявлення про ювелірну роботу як про досконалість майстерності. Важко дати точне визначення ювелірній роботі, але стосовно прикрас - це, мабуть, поєднання художнього задуму з майстерністю його втілення. Ми звикли захоплюватися вдалим результатом різноманітних ремесел, нагороджуючи найхвалебнішими епітетами руки майстрів-виконавців: золоті, чарівні тощо, але секрети мистецтва не лише в таланті. У поняття майстерності входить працьовитість, акуратність виконання, тренуваність рук, набутий досвід. Що ширший діапазон знань ювеліра, то більші можливості прояву його таланту. Необхідне зростання виробництва, викликане масовим попитом на ювелірні вироби у XX ст., дало поштовх до розвитку технологій масового випуску ювелірної продукції. Потреба ручного виконання ювелірних виробів не втрачає свого значення, і більше того, з розвитком досконалих технологій ручна творча праця стає необхідною. Завжди зберігатиметься потреба у створенні нових зразків ювелірних прикрас, виконаних за індивідуальними замовленнями, які перебувають в одиничному екземплярі.

Цей підручник має на меті ознайомити з матеріалами ювелірних технологій обробки металів та сплавів.

ТЕМА 1. Сплави дорогоцінних металів

Для виготовлення ювелірних та інших виробів не завжди використовують чисті метали. Це обумовлено їх високою вартістю, недостатньою твердістю і зносостійкістю, тому на практиці частіше всього використовують сплави. Сплави утворюються шляхом з'єднання металів з металами та набувають властивостей, які відрізняються від властивостей чистих металів. Змінюючи компоненти (метали, які входять до сплаву), можна змінювати різні властивості металу: твердість, пружність, пластичність, колір, корозійна стійкість та ін. Найбільше число сплавів і легуючих компонентів мають золото, срібло, платина, паладій.

1.1. Основні відомості про сплави дорогоцінних металів

Сплави золота

В якості легуючих компонентів в склад золотих сплавів входять срібло, мідь, паладій, нікель, платина, кадмій, цинк. В табл.1-4 дано склад золотих сплавів різних проб.

Таблиця 1. Золоті сплави проби 375

№ п\п	Компоненти, %			Густина	t плавл., °С	Колір
	Au	Ag	Cu			
1	37,5	2,0	60,5	11,24	966-986	яскраво-червоний
2	37,5	10,0	52,5	11,41	926-940	червоний
3	37,5	16,0	46,5	11,54	882-901	червоний

В золотий сплав 958-ї проби входять золото 95,8%, срібло 2% і мідь 2,2%. Вироби цієї проби відрізняються яскраво-жовтим кольором. В іншому варіанті цього сплаву срібла та міді по 2,1%, температура плавлення 1005-1030°С.

Таблиця 2. Золоті сплави проби 500

№ п\п	Компоненти, %			Густина	t плав., °С	Колір
	Au	Ag	Cu			
1	50,0	10,0	40,0	12,47	862-880	червоний
2	50,0	16,7	33,3	12,47	831-846	червоний
3	50,0	20,0	30,0			червонуватий
4	50,0	28,0	22,0			блідо-жовтий
5	50,0	37,5	12,5	11,54		зеленуватий

Срібло у складі сплаву зберігає пластичність, м'якість, ковкість, знижує температуру плавлення. При вмісті його до 65% колір золота стає зеленуватим, жовто-зеленим, жовто-білим, вище 65% - жовтий колір зникає повністю.

Мідь підвищує твердість золотого сплаву, зберігає ковкість, тягучість, змінюється колір в сторону червоного. При вмісті 14,6% міді сплав має яскраво-червоний колір. Недолік – мала стійкість проти корозії на повітрі.

Паладій підвищує температуру плавлення золотого сплаву, зберігає пластичність і ковкість, різко змінює колір.

Нікель зберігає ковкість, надає твердості, збільшує ливарні властивості, змінює колір сплаву в біло-жовтий. Великий вміст нікелю робить метал магнітним.

Платина різко збільшує температуру плавлення, збільшує пружність сплаву, змінює колір до білого навіть при вмісті 8,4% платини.

Кадмій знижує температуру плавлення, зберігає ковкість, пластичність, м'якість, змінює колір сплаву в зеленуватий.

Цинк різко знижує температуру плавлення, робить сплав твердим, крихким, збільшує текучість і змінює колір в сторону білого.

Таблиця 3. Золоті сплави проби 585

Колір	Інші компоненти, %					Властивості			
	Ag	Cu	Zn	Cd	Ni	Інтервал	Тверд. по	Міцність при	Густина,

						плавлення, °С	Бринеллю, НВ	ростягуванні, Н/мм ²	г/см ³
Блідо-жовтий	38,25	3,25				990-970	65	280	13,7
Зелено-жовтий	31,0	3,5		7,0		810-800	105	450	13,7
Жовтий	28,0	13,5				870-830	130	510	16,6
Середньо-жовтий	18,8	22,7				850-810	130	540	15,5
Середньо-жовтий	11,0	18,4	7,1		5,0	880-830	120	470	13,5
Помаранчевий	9,0	32,5				890-850	110	480	13,4
Червоний		41,5				970-930	80	430	13,2

Таблиця 4. Золоті сплави проби 750

Колір	Інші компоненти, %			Властивості			
	Ag	Cu	Cd	Інтервал плавлення, °С	Тверд. по Бринеллю, НВ	Міцність при ростягуванні, Н/мм ²	Густина, г/см ³
Блідий жовто-зелений	25,0			1038-1030	32	186	15,9
Світлий	21,4	3,6		1025-990	65	275	15,8
Зеленувато-жовтий	16,7	8,3		970-940	97	363	15,6
Світло-жовтий	12,5	12,5		895-885	120	471	15,4
Червонувато-жовтий	8,3	16,7		895-880	125	481	15,2
Помаранчевий		25,0		900-890	135	520	14,8
Зелений	16,7		8,3	1025-1000	58	412	15,5

Сплави срібла

Сплави срібла, які використовуються для виготовлення ювелірних прикрас та побутових ювелірних виробів, мають один легуючий компонент – мідь. Вона підвищує твердість сплаву, зберігає пластичність, ковкість і тягучість. Колір сплаву – яскраво-червоний.

Таблиця 5. Сплави срібла

Позначення	Інші компоненти, %			Властивості			
	Ag	Cu	Cd	Інтервал плавлення, °С	Тверд. по Бринеллю, НВ	Міцність при ростягуванні, Н/мм ²	Густина, г/см ³

	Ag	Cu	Cd	Інтервал плавлення, °С	Тверд. по Бринеллю, НВ	Міцність при ростягуванні, Мпа	Густина, г/см ³
Ag 925	92,5	7,5		800-900	64-76	270-300	10,4
Ag 900	90,0	10,0		779-880	65-79	290-300	10,3
Ag 835	83,5	16,5		779-840	76-88	300-330	10,2
Ag 835 Cd	83,5	5,5	11,0	750-875	56-70	300-330	10,2
Ag 800	80,0	20,0		779-820	80-92	310-340	10,1
Ag 720	70,0	28,0		779-820	85-95	340-370	10,0

Сплави платини

Складаються у двох варіантах: легуючими компонентами є мідь або іридій. 5% міді в платиновідному сплаві знижують температуру плавлення, зберігаючи м'якість, тягучість та пластичність; 5% іридію підвищують температуру плавлення, твердість, антикорозійність. Колір сплавів характерний для платини.

Застосовують сплави платини для виготовлення дорогих ювелірних прикрас, лабораторного посуду, здатного витримувати високі температури.

Таблиця 6. Сплави платини

Позначення	Інші компоненти, %			Властивості			
	Pt	Pd	Інші метали	Інтервал плавлення, °С	Тверд. по Бринеллю, НВ	Міцність при ростягуванні, Н/мм ²	Густина, г/см ³
Pt/Cu 960	96		4 (мідь)	1745-1730	110	363	20,3
Pt/Co 950	95		5 (кобальт)	1740-1730	130		20,2
Pt/Ir 800	80		20 (іридій)	1830-1815	190		21,7
Pt/W 950	95		5 (вольфрам)	1860-1840	155		20,9
Pt/Pd 960	96	4		1760-1750	55	314	20,8
Pt/Pd 950	95	4,5	0,5 (іридій)	1760-1740	69	216	21,0
Pt/Au 950	95		5 (золото)	1740-1670	95	334	21,0
Pt/Rh 950	95		5 (родій)	1830-1810	70	235	20,7
Pt/Ir 950	95		5 (іридій)	1800-1780	80	226	21,5

1.2. Маркування ювелірних сплавів та їх клеймування

Кожен сплав має своє маркування, за яким можна визначити вміст компонентів. Марки сплавів золота встановлюються відповідно до вимог ДСТУ.

Для маркування компонентів сплавів введено літерні позначення: Зл - золото, Ср - срібло, М - мідь, Пд - паладій, Пл - платина, Н - нікель, Кд - кадмій, Ц - цинк. Вміст компонентів визначається цифровим шифром.

У сплавах золото-срібних, золото-мідних та золото-срібно-мідних вміст дорогоцінного металу в марці надається в тисячних частках. Наприклад, марка золота 750 проби **ЗлСр750-250** означає двокомпонентний золото-срібний сплав із вмістом 750 часток золота, тобто 75%, та вмістом 250 часток срібла, тобто 25%.

У марках золото-мідних сплавів цифровий шифр вказується лише для золота. Наприклад, марка золота **ЗлМ583** означає двокомпонентний сплав із вмістом золота 58,3% (583 проба), решта - мідь.

У марках золото-срібно-мідних сплавів цифровий шифр ставиться лише для золота та срібла. Наприклад, марка **ЗлСрМ958-20** означає трикомпонентний золотий сплав 958 проби, в якому є окрім золота 20% срібла, решта (2,2%) - мідь.

У сплавах із вмістом платини, паладію та нікелю цифровий код вказує на відсотковий вміст кожного компонента, окрім золота. Наприклад, марка **ЗлМНЦ12,5 ~ 10 - 2,5** означає золотий сплав 750 проби, в якому міді - 12,5%, нікелю - 10, цинку - 2,5.

Усі ювелірні вироби з дорогоцінних металів, які призначено для продажу, повинні мати державне пробірне клеймо та іменник.

Державне пробірне клеймо - знак встановленого єдиного зразка, що підтверджує цінність виробів із дорогоцінних металів. Опис державного пробірного клейма та його форми затверджується Міністерством фінансів України та виготовлюється за його замовленням.

Пробірні клейма поділяють на 2 групи: основні й додаткові. Основні пробірні клейма мають самостійне значення і засвідчують кількість вмісту дорогоцінного металу, а додаткові використовують в поєднанні з основними для клеймування роз'ємних та додаткових частин виробу.



Зразки основних державних пробірних клейм

Основні пробірні клейма мають самостійне значення та засвідчують, що виріб пройшов пробірний контроль та задовольняє вимогам Положення про пробірний нагляд. Відбиток основного клейма має три складові:

1. Знак посвідчення, який може бути різним залежно від того, в якому році цей виріб було виготовлено:

- 1908-1927 рік випуску - "жінка в кокошнику";
- 1927-1958 роки випуску - "голова робітника з молотом";
- 1958-1993 роки випуску - п'ятикутна зірка з серпом та молотом всередині;
- з 1993 року випуску українські виробники мають знак-посвідчення - тризуб;
- з 1998 року суб'єкти підприємницької діяльності: ВАТ "Українські ювеліри"; Львівський державний ювелірний завод; АЗАТ "Харківській ювелірний завод"; Вінницьке державне підприємство "Кристал" - знак посвідчення - листок каштана.

2. Шифри інспекції пробірного нагляду, що розташовують в нижньому лівому куті відбитка клейма.

3. Тризначне цифрове позначення встановленої проби.

Додаткові клейма застосовують для клеймування роз'ємних та легко від'ємних деталей виробів. Ці клейма не мають самостійного значення і застосовуються лише разом з основними.

На сьогоднішній день в Україні для запобігання фальсифікації ювелірних товарів, введено обов'язкове клеймо, яке наноситься на вироби.

Приклад:

275 НП КЮ 3 585°К

275 - іменник підприємства-виробника;

НП - знак посвідчення національної пробірної палати;

КЮ - шифр заводу виробника АТ "Київські ювеліри";

3 - остання цифра року виготовлення виробу;

585° - проба дорогоцінного металу;

К - малий герб України.

Останнім часом у світі почали широко застосовувати лазерні технології в маркуванні та клеймуванні ювелірних виробів, дорогоцінних сплавів та каміння.



Прилад для лазерного клеймування виробів

Одним з найбільш цікавих методів обробки дорогоцінних металів є їх маркування та гравірування. Сучасні прилади, обладнані комп'ютерним управлінням, дають можливість наносити на метал методом лазерного маркування практично будь-яку графічну інформацію: малюнки, надписи, вензеля, логотипи. При чому зображення можна наносити як у растровому, так й у контурному вигляді.

1.3. Розчинність металів. Поведінка в рідкому та твердому стані

Плавку золота і його сплавів проводять в індукційній печі з графітовим або графіто-шамотним тиглем під шаром деревного вугілля або борної кислоти. При цьому, для кожної марки сплаву використовують індивідуальний тигель. Сам процес плавки повинен мати мінімальну тривалість. Із метою попередження насичення сплаву сіркою з графіту, плавку ведуть в алундових тиглях. Неблагородне біле золото твердіше й міцніше за благородне.

При плавці білого золота використовують тиглі, робоча поверхня яких покрита шаром обпаленого вапна (CaO), а плавку ведуть під шаром бури. У деяких випадках плавку золота проводять без будь-яких добавок, а переплав готових сплавів, звороту, гранул або брукхту здійснюють із використанням флюсу – попередньо проплавленої при $600 \dots 650^\circ\text{C}$ бури у кількості $1 \dots 3 \%$ від маси шихти, що переплавляється. Щоб уникнути окрихчення виробів, шихта для сплавів білого золота 750-ї проби повинна складатися із первинних металів високої чистоти.

У разі, коли плавлення та заливання сплавів на основі золота ведуть в алундовому тиглі високочастотної індукційної печі із подальшим відцентровим заливанням форми розплавом – деревне вугілля і флюс не застосовують. Для розкислення розплавів золота та його сплавів використовують фосфористу мідь у кількості від $0,5$ до 2% від маси розплаву. Сплави, що містять $0,5 \dots 12 \%$ Zn (за масою), не розкислюють, а плавку проводять під шаром борної кислоти.

Порядок ведення плавки різних золотих сплавів однаковий і починається з розплавлення благородного металу (металів). На початку плавки тигель печі нагрівають до $\sim 1000^\circ\text{C}$, вводять у нього буру у кількості $\sim 1 \%$ від маси шихти та шихтові матеріали (Ag, Au). Після розплавлення, до розплаву дрібними шматочками вводять Cu і підвищують температуру розплаву до $\sim 1100^\circ\text{C}$ (при виготовленні виливків із чистого Au температуру

розплаву підвищують до 1200 ... 1280°C). Після досягнення відповідної температури, розплав розкислюють 0,05 % фосфористої міді або іншим розкислювачем у кількості 0,1 % від його маси. Через 2-3 хвилини з поверхні розплаву скочують шлак, розплав перемішують і випускають із тигля.

Легкоплавкі метали (Zn, Cd) у розплав Au–Ag вводять у вигляді лігатури. В іншому випадку у тиглі охолоджують приготований розплав Au–Ag до температури його кристалізації, а потім вводять Zn і Cd, витримують розплав до їх розплавлення, підвищують температуру розплаву до ~1100°C і випускають його із печі. При плавці сплаву ЗЛМ АМ 750-7,5-2,5 не можна застосовувати графітовий тигель, приготований сплав не розкислюють, а в якості шихтових матеріалів використовують чисте золото та лігатуру Cu–Ni–Zn. Для підвищення рідкоплинності і заповнюваності форм, зниження ймовірності появи газових раковин і зменшення шорсткості поверхні виливків, підвищення пластичності та зменшення величини усадкової пористості у литих виробках зі сплавів 583 і 750-ї проби системи Au–Ag–Cu замість 2-3 % Ag (не більше) вводять аналогічну кількість Zn. Введення Zn у розплав здійснюють шляхом використання подвійної латуні, що містить не більше 30 % Zn. Кремній, будучи розкислювачем золотих сплавів, більш інтенсивно, ніж Zn, підвищує їх рідкоплинність і заповнюваність форми. Гранично припустима кількість Si, що вводиться у сплави системи Au–Ag–Cu 375-ї проби, не повинна перевищувати 0,32 %, 583-ї проби – 0,1 %, 750-ї проби – 0,05 % (за масою). У золоті сплави більш високих проб введення Si не рекомендується. У виробках із високопробних золотих сплавів Si різко укрупнює зерно, знижуючи їх тріщиностійкість. Тому, такі сплави модифікують 0,005 ... 0,05 % Ir, Zr, It, В або Ва, до 0,2 % Со, 0,001 ... 0,01 % Ru. Для заливання гіпсову ливарну форму прожарюють при 900 - 970°C і охолоджують до 500 - 600°C.

Після закінчення заливання форму охолоджують у воді, проводять вибивання охолоджених виливків, їх очищення та відбілювання.

Чисте срібло плавлять під шаром просушеного деревного вугілля, швидко та без значного перегрівання розплаву у графітових або графіто-шамотних тиглях низькочастотних або високочастотних електричних печах або у печах із газовим нагріванням. Перед плавкою на дно тигля насипають шар деревного вугілля та нагрівають тигель до $\sim 950^{\circ}\text{C}$. Потім у тигель завантажують срібло, мідь і підвищують температуру тигля до $1000 - 1050^{\circ}\text{C}$. Після повного розплавлення шихти розплав розкислюють фосфористою міддю із розрахунку $0,1\%$ від маси розплаву. Для розкислення срібла і його сплавів, які не містять Mn, перед введенням Sn розплав розкислюють $0,05 \dots 0,10\%$ Li, або $0,1\%$ фосфористої міді, або $0,5\%$ Cd від маси розплаву. Потім підвищують його температуру до $\sim 1100^{\circ}\text{C}$ (при виготовленні виливків із чистого срібла температуру розплаву підвищують до $1120-1150^{\circ}\text{C}$). Після 2-3 хвилин витримки з поверхні розплаву видаляють шлак, розплав перемішують і випускають із тигля. Заливання розплаву срібла ведуть через факел газового полум'я. Плавка сплавів Ag–Cu не відрізняється від технології плавки чистого срібла. Сплави Ag–Pd плавлять у газовому середовищі з окислювальними властивостями.

Плавку срібних сплавів, що містять Mn і Sn, ведуть у відновлювальній атмосфері, здійснюючи введення у розплав Sn після повного розчинення у ньому Mn. Заливання розплаву у форму здійснюють під дією відцентрової сили (відцентрове заливання форм) або методом вакуумного всмоктування розплаву у форму. Для заливання форму на гіпсовій основі попередньо прожарюють при температурі $750 - 820^{\circ}\text{C}$ і потім охолоджують їх до $400 - 450^{\circ}\text{C}$. Залиті форми витримують на повітрі з наступним охолодженням у воді до кімнатної температури, після чого виливки вибивають. Вибиті виливки відокремлюють від ливникової системи, очищують, механічно обробляють і відбілюють.

Плавка платинових сплавів має ряд особливостей. Оскільки у розплаві платини розчиняється вуглець і з оксидів відновлюються Al і Si, плавлення

платини та її сплавів ведуть в індукційній тигельній печі, використовуючи тиглі з CaO , ZrO_2 або MgO , у газовому середовищі з окислювальними властивостями під невеликою кількістю борної кислоти. У разі необхідності отримання платинового сплаву без домішок Ca та Mg плавлення ведуть у відновлювальному газовому середовищі у тиглях, виготовлених із оксиду торію або оксиду цирконію. Заливання приготовленого розплаву здійснюють на повітрі у підігріті графітові або туфові (вапняні) форми.

ТЕМА 2. Загальні властивості ювелірних виробів

2.1. Фізико-хімічні властивості ювелірних сплавів

Сплави золота з сріблом, міддю, платиною, паладієм і іншими металами є твердими розчинами (атомарні суміші). Здатність ряду металів утворювати сплави із золотом пояснюється перше за все тим, що їх атомні радіуси близькі атомному радіусу золота. При нагріванні до температури, декілька меншої температури плавлення, золото може зварюватися, як залізо. Тонкорозпиленні частинки золота при нагріванні зіпикаються в крупніші утворення. Золотий пил можна змусити зварюватися і при нижчій температурі, але для цього необхідно тримати підвищений тиск.

Сплав золота з іншими металами не тільки знижує температуру їх плавлення, але і змінює механічні властивості самого золота. Зокрема, срібло і мідь різко підвищують його твердість, і цим широко користуються в ювелірній промисловості, миш'як, свинець, платина, кадмій, вісмут, телур додають золоту крихкість. Особливо характерним в цьому відношенні є свинець. Сплав, що містить 1% свинцю, при ударі розлітається на шматки; при вмісті свинцю в сплаві 0,01% ковка чистого золота майже повністю паралізується.

Самородне золото, що має, як правило, приміси срібла і міді, істотно відрізняється за властивостями від сплавів з цими ж металами, отриманими штучно. Приготовані по певній рецептурі сплави мають однорідну структуру, яка утворюється при твердінні розплаву. Самородне золото утворилося в результаті кристалізації з водних розчинів і має неоднорідну структуру. Сплав Au-Ag – з-за близькості параметрів кристалічних решіток сплав утворює безперервний ряд твердих розчинів. Колір сплавів міняється від зеленувато-жовтого (20...40% Ag) до білого (60-70% Ag), причому сплави з високим вмістом срібла блякнуть з часом. Із сплавів з високим вмістом золота отримують фольгу завтовшки (1,0...1,25)-104мм.

З міддю золото дає також безперервний ряд твердих розчинів. З пониженням температури твердий розчин переходить в три хімічні сполуки (AuCu_3 , AuCu , Au_3Cu). Ці сплави мають червонувато-жовтий колір, твердіші і менше пластичні, ніж золото.

На практиці мідь вводять до складу лігатури монетних і ювелірних сплавів для підвищення механічних властивостей виробів і підвищення їх зносу, сплав $\text{Au} + 20\% \text{Cu}$ використовують для відповідального паяння. Система цікава тим, що при повільному відпалі (нижче 450°C) сплави Cu , що містять Au , тверді і крихкі, а при гарті м'які і пластичні. Процес зворотний тому, який відбувається у разі сталей.

2.2. Вплив хімічних домішок на ювелірний сплав. Досягнення міцності сплавів

Використання різних шихтових матеріалів є основною причиною появи у золотих сплавах різних хімічних елементів і, відповідно, зміни їх властивостей.

Вплив елементів-домішок золотих сплавів на їх властивості:

Елемент	Вплив
Pb	При вмісті більше 0,05 % (за масою) різко окрихчує сплав
Sn	Окрихчує сплави Au–Ag–Cu при вмісті більше 4 % (за масою)
Al	При низькому вмісті у сплаві Au збільшує міцність і схильність до потьмяніння, знижує рідкоплинність розплавів. При перевищенні розчинності у сріблі і міді утворює крихку сполуку Au ₄ Al фіолетового кольору
Zn, Cd	Різко знижують температуру плавлення, збільшують рідкоплинність, виробам із червонуватим відтінком надають жовтуватий відтінок. Zn знижує реакційну здатність розплаву до гіпсової форми, знижує пористість і збільшує пластичність сплавів, підсилює блиск поверхні виробів
Si	Підвищує заповнюваність форми і розмір зерна виробу
P, S	Знижують тріщиностійкість сплавів
H ₂ O, CO, CH ₄	Сприяють виникненню газових раковин у виливках

До числа домішок срібних сплавів, які найбільш часто зустрічаються, відносяться Pb, Fe, Sb, Bi, O.

Вплив хімічних елементів на властивості сплавів системи Ag–Cu:

Елемент	Вплив
Ni	При вмісті до 1 % (за масою) підвищує механічні властивості сплавів
Fe	Погіршує оброблюваність виробів
Pb	Надає сплавам крихкості (червоноламкості) при нагріванні
Sn	Різко знижує температуру плавлення. При вмісті більше 9 % (за масою) окрихчує сплав
Al	Знижує ливарні та технологічні властивості сплаву при вмісті більше 4 % (за масою)

Si	Окрихчує сплави, ускладнює обробку виробів
S, P	Окрихчує сплави. Присутність Р у сплаві призводить до потьмяніння виробів і погіршує якість гальванічного покриття на них
O, SO ₂	Шкідливі домішки, які утворюють у виробках газові раковини. Кисень підвищує твердість сплавів

Вплив хімічних елементів на властивості сплавів потрібної системи Au–Ag–Cu:

Елемент	Вплив
Ag	Знижує температуру плавлення, змінює колір сплаву від жовтого до жовто-зеленого
Cu	Збільшує твердість, знижує температуру плавлення, збільшує гнучкість, тягучість, пластичність сплаву, змінює колір від червоного до яскраво-червоного
Pt	Надає сплаву міцність, пружність, а також білий колір
Pd	Підвищує температуру плавлення та відбілює сплави, збільшує твердість, гнучкість, пластичність
Ni, In	Попереджають появу чорних смуг на виробі. Ні підвищує твердість сплавів, збільшує рідкоплинність, надає сплаву білий колір
Zn	Підвищує текучість і твердість сплавів, поліпшує механічну оброблюваність, знижує температуру плавлення, розкислює сплави та підвищує їх рідкоплинність
Cd	Знижує температуру плавлення сплавів, підвищує пластичність, гнучкість і піддатливість сплаву, надає сплавам зеленуватий відтінок.
Al	Розкислює сплави, надає їм тьмяний відтінок, у великих кількостях окрихчує сплави
Pb, Sn, Si, Te,	Шкідливі домішки, які окрихчують сплави
P	Розкислювач, який окрихчує сплави

Вплив хімічних елементів на властивості платинових сплавів:

Елемент	Вплив
Ir	У сплаві Pt–Ir підвищує температуру плавлення, твердість і зносостійкість
Pd	У сплаві Pt–Pd знижує температуру плавлення, підвищує пластичність, покращує ковкість і оброблюваність, освітлює сплав

2.3. Сплави для емалювання

Сучасне емалювання металу – це складний високомеханізований процес, що виробляється на конвеєрних лініях із сучасним обладнанням (рідше в емальєрних цехах).

Емаль являє собою тонкий шар скляного сплаву більш-менш легкоплавкого, різних кольорів. Її наносять в порошкоподібному стані на поверхню виробу і сплавляють безпосередньо на ньому шляхом нагрівання виробу. Емаль крім декоративного значення має також захисне та антикорозійне властивості. Вона відрізняється великою стійкістю не тільки проти атмосферних впливів, але і проти впливу хімічних реагентів - кислот, лугів, отруйних газів і т. п.

При емалюванні мідних предметів очищений виріб піддають нагріванню в печі до тих пір, поки на поверхні металу не з'явиться найтонша плівка оксиду, що виникає від дотику гарячого металу з киснем повітря. Ця плівка дуже міцно з'єднана з металом і сприяє міцному з'єднанню емалі з металом. Оброблений таким чином мідний виріб виймають з печі, дають охолонути, після чого приступають до накладення емалі.

При емалюванні виробів з дорогоцінних металів необхідно виконувати попереднє «облагороджування», тобто підвищення процентного вмісту дорогоцінного металу в поверхневому шарі. Це досягається багаторазовим відпалом з подальшим травленням круги та щітки.

Слід мати на увазі, що великий вміст міді в поверхневому шарі срібних виробів ускладнює застосування червоної емалі «золотий рубін» - вона чорніє. Низькопробні золоті і срібні сплави для емалювання непридатні.

Емалювання чорних металів має особливу специфіку. Сучасний процес емалювання являє собою наступне: після очищення (вона включає в себе механічне крацування на щітках і травлення в соляній або сірчаній кислоті) виріб ретельно промивають у холодній воді і ще раз крацують. Потім ненадовго опускають у розчин соди високої температури, промивають водою

і ще раз кромкують. Виріб на якийсь час покривається содовою плівкою, яка оберігатиме метал від зовнішніх впливів.

2.4. Припої для сплавів, їх склад та особливості використання

Припоями називають матеріали, які використовуються для скріплення окремих заготовок в єдине ціле в процесі пайки. Основна вимога полягає в тому, щоб температура плавлення припою була меншою, ніж температура плавлення металів, що з'єднуються. Припої виготовляють переважно з металів (олова, міді, нікелю, свинцю, кадмію, срібла та інших), а також з неметалічних матеріалів. Наскільки міцним і довговічним буде паяне з'єднання, залежить від дотримання технологічних моментів і умов експлуатації. Випуск припоїв здійснюють у різних формах. Це можуть бути гранули, порошкова або пастоподібна маса, дріт чи прутики, фольга, а також закладні деталі. За основною класифікацією виділяють два види припоїв: легкоплавкі (м'які) і тугоплавкі (тверді). Перші плавляться при температурі до 300°C і їх межа міцності при розтягуванні становить 16-100 МПа. До других належать ті, температура плавлення яких є більшою від вказаного значення, а міцність перебуває в діапазоні 100-500 МПа. Розглянемо детальніше кожен з цих видів.

М'які припої – свинцево-олов'яні сплави з різним співвідношенням елементів. Олова в складі може бути 10-90%, решта – свинець. Електрична провідність – 9-15% провідності чистої міді. Особливі властивості досягаються додаванням допоміжних компонентів. Щоб зменшити температуру плавлення, використовують вісмут і кадмій, а для підвищення міцності спаювання – сурму. Оскільки цьому виду властива мала температура плавлення і невелика міцність з'єднання, для серйозних, таких, що піддаються значним навантаженням, деталей їх краще не задіювати. Якщо ж така необхідність є, варто збільшити площу пайки. До найбільш часто використовуваних м'яких припоїв належать від ПОС-18 до ПОС-90, де цифра вказує на кількість олова в складі. Як правило, той чи інший підвид застосовують для певних процесів, з урахуванням їх специфіки. За допомогою ПОС-90 спаюють деталі перед гальванічною обробкою. ПОС-61 необхідний для з'єднання точних пристроїв, особливо відповідальних

компонентів з різних матеріалів. Наприклад, їх залучають для міді та латуні, щоб збільшити міцність і електропровідність. Якщо в особливій точності потреби немає, можна брати ПОС-40, при цьому місце скріплення може бути підігріте до високої температури. Що стосується ПОС-30, то йому надають перевагу, якщо ведеться робота з міддю, латунню або сплавами зі сталі, оскільки з цими металами він поєднується якнайкраще.

Тверді припої – мідні та срібні сплави. До перших належать мідно-цинкові (ПМЦ-36 і ПМЦ-54), що добре підходять для скріплення деталей, для яких передбачаються статичні навантаження. У зв'язку з їх крихкістю, недоцільним є застосування для пайки матеріалів, які будуть піддаватися навантаженням ударного або вібраційного характеру. Ще один варіант – сплав мідь + титан (ПМТ-45). І ще один – мідно-фосфористі припої, в яких до міді та олова доданий фосфор. Ними з'єднують мідь і мідні сплави, а також срібло, чавун й тверді сплави. Серед срібних припоїв з температурою плавлення 183-1133°C варто відзначити ПСр-15 і ПСр-45. Відповідно, цифра вказує на кількість Ag в складі. Чим є інша маса? Міддю та цинком. Інші можливі поєднання складових: Ag + Pb + Sn, Ag + Pb, Ag + Cu, Ag + Cu + Zn + Cd і т.д. Цій групі характерне різноманітне застосування. Звичайно, є й інші види припою, але вони використовуються набагато рідше, ніж перераховані вище. Ними, як правило, паяють рідкісні метали або використовують їх тоді, коли передбачаються спеціальні умови. Якщо, наприклад, функціонування деталей буде здійснюватися при високих температурах, можна задіяти припої на основі нікелю. Крім того, вони підходять для виробів з нержавіючої сталі. Найкращий варіант для вакуумних трубок – золоті припої. Також у деяких випадках можуть бути використані магнієві композиції.

ТЕМА 3. Сучасні лігатури

3.1. Дефекти, що виникають під час термічної обробки

При проведенні термічної обробки дефекти можуть виникнути у зв'язку з порушенням заданого режиму нагрівання або охолодження металу, підвищеними або зниженими (по відношенню до заданих значень) температурою та часу витримки, неправильним завантаженням заготовок у нагрівальні пристрої, невірним вибором атмосфери печі тощо. Термічна обробка може передувати наступній обробці тиском, бути проміжною між переробленнями деформації або виконуватись як самостійна операція. При цьому, сприятлива структура металу запобігає проявам невідповідностей, пов'язаних з його нагрівом та охолодженням, а вади структури, навпаки, часто ініціюють появу браку. У такій ситуації поділ дефектів з причин порушень складу чи структури металу, режимів термічної обробки та/або деформації, значною мірою, є умовним, що спонукає визначати основну причину. Брак може бути поправним і непоправним.

Дефекти, що зумовлені порушеннями режимів термічної або термомеханічної обробки металу Перепал («лускатість») проявляється на виробках у вигляді сильно розгалужених порожнин, які глибоко проникають у метал, часто – розташованих на поверхні у вигляді сітки. Візуально поверхня виробу здається лускатою, шорсткою. Перепал виникає в результаті тривалого перебування металу в печі при високій температурі (для сталі – 1300...1350 °С), близькій до температури плавлення при несприятливому співвідношенні «газ – повітря», а також – при поганому режимі горіння газу: наявності місцевих язиків полум'я, що контактують з металом.

Перепал може спостерігатися в місцях спаювання виробів. Виявляють дефект візуально або шляхом дефектоскопії. Індикаторами ймовірної наявності перепалу стають: рясне виділення з нагрітого металу іскор, що розсипаються; при гарячій осадці заготовка розвалюється після перших ударів з оголенням характерного грубозернистого зламу; при гарячому розтягуванні метал в перепаленому місці отримує поперечні надриви з

рваними звивистими контурами. Для запобігання цього дефекту слід дотримувати температури нагріву заготовки.

Перегрів металу може супроводжуватись певними специфічними дефектами виробів. Міжкристалітне руйнування виявляється на грубокристалічній поверхні зламу. Дефект може проявитися при недостатній витримці при нагріванні під гартування, недостатньо швидкому охолодженні в гартувальному середовищі, при низькій температурі гартування. Завищена температура відпущення також може супроводжуватись зниженням твердості металу. Перегрів пов'язаний з нагріванням виробу, наприклад, вилівку перед куванням або під гартування з перевищенням регламентованого часу до температури, яка значно перевищує допустиму температуру нагрівання для даного металу. Дефект також може проявитися в процесі гарячого кування та штампування внаслідок виділення тепла деформації з отриманням температури 1250...1100 °С, що перевищує оптимальні умови обробки.

Якщо руйнування виробу ще не настало, то незначні пошкодження границь зерен можуть бути частково усунуті шляхом нормалізації, відпалу, високому відпусканню або поліпшенню. Така обробка може бути підставою для зниження сортності продукції. Підвищена твердість металу може виникнути внаслідок його недостатньої витримки при нагріванні в нормалізаційній або відпускній печі, занадто швидкого охолодження після нормалізації, заниженої температури відпускання (що відповідає попередньому дефекту), а також через невідповідність хімічного складу сталі (наявності підвищеного відсотку вуглецю і легуючих складових).

3.2. Лігатура

Усі коштовності, прикраси, аксесуари та інші вироби із дорогоцінного металу є кінцевим продуктом складного технологічного процесу.

Зважаючи на свої особливі фізичні властивості, золото в природному і в чистому вигляді практично ніколи не використовується в ювелірній галузі. Жовтий метал занадто м'який, його структура не відрізняється стійкістю та міцністю. Щоб майбутній виріб з дорогоцінного металу мав практичну користь, використовуються спеціальні сплави, що складаються з вкопного золота та лігатури. Що ж таке, лігатура та яке її місце у дорогоцінних сплавах?

Лігатура – це певний метал чи сплав, до складу якого входять один чи кілька тугоплавких компонентів. Додавання цього металу в рідкий метал кардинально змінює його фізичні властивості. Додатки використовують у металургії, у результаті з чорного металу виходять певні марки сталі.

У ювелірній справі лігатура використовується для підвищення міцності та стійкості дорогоцінного сплаву, що сприяє зміні зовнішніх даних жовтого металу. Для практичного використання металів присутність лігатури дуже важлива. Завдяки добавкам нові сплави стають більш міцними або навпаки, набувають необхідної м'якості. Додатки або склад додаткових компонентів може змінюватись. Тобто, визначальним чинником лігатури є відсотковий вміст додаткових компонентів.

У ювелірній справі за допомогою лігатури покращують фізичні властивості дорогоцінних металів, підвищуючи їхню міцність та змінюючи колірний відтінок. За допомогою різних добавок жовтий метал набуває найрізноманітніших кольорових відтінків, сприяючи підвищенню рівня дизайнерської майстерності ювелірів. Для золота основна лігатура – це сплав срібла та міді у певному співвідношенні. Рідше до цього складу додається інші компоненти: Платина; Паладій; Нікель; Кобальт; Цинк та Кадмій. Поєднання срібла та міді є найбільш поширеним. Саме така лігатура забезпечує дорогоцінному сплаву вищі практичні характеристики.

Самі собою золото і білий метал м'які, проте, разом вони дають дуже твердий сплав. Поєднання жовтого металу і срібла має чудові технологічні характеристики. Такий сплав має необхідну пластичність і піддається механічній обробці. Присутність міді змінює відтінок кольору золотого сплаву, роблячи його колір більш благородним і насиченим. Подібні властивості характерні і для інших, неблагородних металів, додавання яких до золота та срібла істотно змінюють фізичні та технологічні властивості дорогоцінних металів. Мідь, наприклад, основна лігатура для срібла, тому практично у кожному срібному прикрасі є мідь. Однак це не означає, що в ювелірній справі все зводиться до звичайного додавання до дорогоцінного розплавленого сплаву інших компонентів.

Кількість додаткових металів у складі строго обмежена і виражається у відсотковому співвідношенні. Щоб отримати золотий сплав певної проби зі своїми відмінними від інших фізичними властивостями, застосовується лігатура певного складу, що випускається у злитках. Залишається лише відміряти необхідну кількість добавки та додати лігатуру в ємність для плавки.

Щоб дізнатися скільки чистого золота є в ювелірному виробі і наскільки воно цінне, використовуються спеціальні значення – проби. Цей параметр дає чітке уявлення про те, скільки міститься жовтого викопного металу в 1 кг дорогоцінного сплаву. Найпопулярніша і добре відома проба 585 показує, що в сплаві масою 1000 гр. жовтого металу міститься 585 грам. 415 гр. припадають на лігатуру. Дізнатись точну масу дорогоцінного металу в ювелірному виробі можна простим способом, розділити вказану пробу на 10.

Для ювелірної галузі ходовими вважаються проби з більш високим відсотковим змістом лігатури. Найбільший відсоток, який припадає на лігатуру (62,5%) у золотому сплаві, відповідає 375 пробі. Незважаючи на невисоку вартість цього сплаву, вироби з нього відрізняються високою міцністю та стійкістю.

Лігатура визначає як фізичні властивості золотого сплаву, а й впливає його вартість. Додавання платини суттєво підвищує вартість золотих виробів, тоді як збільшена кількість міді, кобальту та нікелю значно знижує товарну цінність самого сплаву та виробів, виготовлених із нього.

ТЕМА 4. Механічні методи обробки ювелірних виробів

4.1. Крацування та галтування ювелірних виробів

Крацування – обробка виробів за допомогою металевих щіток. Застосовується як самостійний вид обробки або як підготовча операція перед хімічною або гальванічною обробкою. Крацування проводять вручну (ручними щітками) і на полірувальних верстатах круглими щітками, що обертаються. Щітки виготовляють із сталевого, латунного, нейзильберового дроту діаметром 0,15-0,2 мм. Вироби із твердих металів крацують сталевими жорсткими щітками; з м'яких (цинк, мідь, алюміній та ін.) – м'якими латунними щітками; з дорогоцінних металів – тонкими нейзильберовими щітками з діаметром дроту 0,15-0,25 мм.

При крацуванні виріб змочують 3%-м розчином поташа або спеціальним мильним препаратом, що полегшує ковзання проволочок і запобігає заволюванню щітки. Щоб уникнути утворення смуг на поверхні виробу, напрямки рухів щітки потрібно багаторазово змінювати.

Галтування – це полірування в мильному розчині тиском дрібних виробів у барабанах, що обертаються, за допомогою сталевих кульок, конусів, циліндриків. Кульки діаметром 1-5 мм виготовляють із хромистої сталі та загартовують.

Цей вид обробки є подальшим розвитком методу полірування сталевими полірувальниками. Вироби укладають у барабан, наповнений сталевими кульками та мильним розчином. При обертанні барабана дрібні кульки та вироби безперервно перемішуються. При цьому відбувається згладжування нерівностей та шорсткостей.

Галтування значно дешевше за ручне полірування гладилом, але має ряд недоліків: застосовується тільки в масовому виробництві, коли в барабан одночасно можна закласти велику кількість однотипових предметів. Для порожніх і дуже ніжних виробів цей метод взагалі не придатний, тому що кульки можуть їх пошкодити. У цьому випадку замість кульок у барабан кладуть обрізки замші, тирсу, пісок.

4.2. Шліфування та полірування ювелірних виробів

Шліфування – обробка поверхонь деталей абразивними інструментами. Здійснюють на шліфувальних верстатах абразивними колами, що обертаються, сегментами або брусками.

Механічний процес шліфування можна простежити з прикладу роботи шліфувального кола, що складається з абразивного і сполучного матеріалу. На повстяні або фетрові круги наклеюють абразивний порошок з корунду, наждака, паленого вапна та ін. Коло встановлюють на шліфувальний верстат. Виріб притискають до шліфувального круга, що обертається, при цьому гострокутні абразивні кристали діють на його поверхню, як зуби фрези (знімають тонкий шар металу, усувають нерівності, горбки, подряпини). Абразивні зерна в міру їх затуплення сколюються і випадають із сполучної речовини, оголюючи новий шар, які не затупилися. Відбувається так би мовити самозаточування кола. При дуже міцному утриманні абразивного матеріалу сполучною речовиною коло швидко «засолюється» – простір між зернами абразиву забивається стружками, і його ріжуча здатність різко знижується. Тому необхідно стежити, щоб зерна абразивного матеріалу, затупившись, своєчасно випадали з кола та вивільняли нові зерна.

Глибина захоплення різання та якість обробки залежить від величини кристалів абразивного матеріалу, твердості та пластичності оброблюваних виробів. М'які, пластичні метали швидко «засолюють» коло, тому його слід періодично очищати; крихкі та тверді викликають попереднє сколювання кристалів, що також прискорює знос кола.

Полірування є продовженням процесу шліфування, коли гладку, матову поверхню виробу за допомогою полірувальників або дрібнозернистих полірувальних абразивних паст доводять до дзеркального блиску, тобто досягається високий клас чистоти. Це не завжди останній процес обробки виробів. Іноді ювелірні вироби (каблучки, сережки, кулони) піддаються подальшому оздобленню – позолочення, сріблення і полірування є лише підготовчою операцією.

При обробці окисдованих виробів, виконаних технікою карбування, кування, литтям, полірування є завершальною стадією обробки.

У процесі полірування стружка з поверхні виробів, що обробляються, не знімається (як при шліфуванні), а тиском (обробка полірувальником) згладжуються мікронерівності, що надає металу глянцевого вигляду.

При поліруванні на полірувальному колі в місці торкання поверхні деталі, що обробляється, з колом метал сильно нагрівається, його тягучість і пластичність збільшуються. Сили тертя здавлюють дрібні нерівності, заповнюють ними мікропоглиблення без відділення стружки, зминають і розгладжують горбки, внаслідок чого поверхня виробу одержує дзеркальний блиск.



Ручне полірування застосовують при обробці виробів із дорогоцінних металів за допомогою спеціальних полірувальників. *Механічне* виробляють на тих же верстатах, що й шліфування, відмінність лише в більш м'яких колах з вовняної або бавовняної тканини, на які наносять спеціальні полірувальні пасти. *Електрохімічне* полірування – це анодне травлення виробів у середовищі електроліту під дією електричного струму. Воно має низку переваг перед іншими видами полірування: можливість обробки важкодоступних місць, скорочення втрат дорогоцінних металів, рівномірне згладжування металу по всій поверхні, повне збереження конфігурації.

Шабрування – зрізання (зіскоблювання) тонких частинок металу з поверхні оброблюваної деталі за допомогою шабера. Здійснюється ручними або механізованими інструментами, шаберами, які являють собою металеві стержні з ріжучою кромкою на кінцях. За формою ріжучої частини

розрізняють шабери плоскі, тригранні та фасонні; по конструкції – цілісні та зі вставними ріжучими пластинами. Застосовують цей вид обробки для отримання гладких, рівних та чистих поверхонь ювелірних виробів; при гравіюванню на металі – для видалення задирок, а також для вирівнювання зернистої поверхні металевої дошки при гравіюванню в техніці меццо-тинти та ін.

Виробляють шабрування попеременно у двох взаємно перпендикулярних напрямках, що дозволяє отримувати найрівніші поверхні. При шабровці в одному напрямку виникає хвилястість. Товщина стружки при чорновій шабровці 0,05-0,02 мм, при чистовій не більше 0,02-0,01 мм.

Піскоструминна обробка – оброблення в піскоструминних апаратах поверхні виробів сухим піском, який подається під тиском по гумовому шлангу за допомогою стисненого повітря. В результаті обробки виробу набувають дрібнозернистої, рівномірно-матової поверхні.

Піскоструминний апарат являє собою циліндричну посудину конусоподібної форми з насадкою для гнучкого шланга, до якого підключається сильний відцентровий вентилятор. На циліндрі є оглядове віконце, яке дозволяє стежити за перебігом робочого процесу.

Нижня частина посудини заповнюється дрібним кварцовим піском, вироби завантажуються через два бічні, облицьовані тканиною отвори. При включенні вентилятора крупинки піску під дією стисненого повітря з величезною швидкістю підкидаються вгору, обстрілюють поверхню виробів, залишаючи на ньому крихітні вм'ятинки, створюючи матову бархатистість.

Віброобробка – схожий з галтуванням процес полірування в середовищі наповнювача, але не в барабані, що обертається, а в контейнері, що вібрує. Поверхня виробів згладжується внаслідок взаємного тертя. Процес відбувається в закритому контейнері віброустановки, куди разом із виробами поміщають наповнювач (сталеві та скляні кульки, деревне борошно) та миючий розчин: нашатирний спирт 15-25 г, мильна стружка 15 г, миючий засіб 10 г, хлорне вапно 8 г, двовуглекислий натрій 7 г, хлористий

натрій 2 г. У контейнер спочатку завантажують сталеві та скляні кульки, а після включення віброустановки – хімічні компоненти, деревне борошно (10 г/л) та воду. Після ретельного перемішування наповнювача та мийного складу завантажують вироби.

Перевага цього способу полягає в тому, що на полірування витрачається менше часу, ніж на галтування.

Шліфуючі та поліруючі матеріали

Шліфування та полірування поверхні готових виробів до дзеркального блиску здійснюється за допомогою різних абразивних матеріалів, виготовлених з природних мінералів, порід вулканічного походження або оксидів металів з домішкою спеціальних добавок.

Наждак – мінерал темно-сірого або чорного кольору, складається з оксиду алюмінію (Al_2O_3), змішаного з магнетитом, гематитом, піритом і кварцем. Глиби мінералу розмелюють і отриманий абразивний матеріал пресують у шліфувальні круги або наклеюють на паперову та тканинну основу (шліфувальні шкірки). Наждаком шліфують метали, дорогоцінне каміння, скло та інші матеріали. Дрібнозернистий м'який наждак використовуються для полірування.

Карборунд (карбід кремнію SiC) – безбарвний кристал із алмазним блиском. Застосовується як абразив, який одержують нагріванням коксу та кварцового піску з додаванням тирси та кухонної солі в електропечі при температурі 2000-4000°C. Кристали з'єднуються керамічним розчином. Карборундом шліфують сталеві інструменти, дорогоцінне каміння та інші тверді та крихкі матеріали.

Кварц (діоксид кремнію SiO_2) – мінерал, що становить до 12% земної кори. Застосовується у вигляді кварцового борошна або піску при виготовленні наждачного паперу і в піскоструминних апаратах.

Трепел – легка пориста осадова порода жовто-коричневого кольору. Змішується з маслом і використовується для полірування металів, дорогоцінного каміння, скла.

Пемза – пориста вулканічна порода (лава). Застосовується для шліфування. Шматковою або порошковою пемзою шліфують попередньо змочені водою м'які метали, каміння, кістку. Шматковою нешліфованою пемзою очищають пробірний камінь від штрихів металевих сплавів; порошковою пемзою протирають карбовані вироби, покриті патиною.

Віденське вапно (палене вапно) – виготовляється з мінералу доломіту. Нестійка на повітрі, тому повинна зберігатись у закритих судинах. Застосовується для полірування м'яких металів, органічного скла та інших матеріалів.

Магнезія (оксид магнію MgO) – білий легкий порошок. Найбільш м'який полірувальний засіб. Застосовується у суміші з оксидом алюмінію, віденським вапном та іншими добавками у вигляді білої політури.

Вапно (вуглекислий кальцій $CaCO_3$) – відмучена крейда. Отримано з натуральної крейди. Використовується як основа для різних полірувальних паст та порошоків.

Крокус (червона політура) – натуральний оксид заліза з домішкою глини або кремнію. Полірувальний порошок виготовляється з розмеленого та промитого червоного залізняку або шляхом штучного окислення залізної тирси.

Оксид хрому (Cr_2O_3) – порошок сіро-стального кольору. Утворює зелену політуру, яка використовується для обробки твердих металів.

Діоксид олова (SnO_2) – сірий дуже м'який порошок крейдяної будови. Отриманий при спалюванні олова. Застосовується як витончений полірувальний засіб для витончених виробів.

Оксид цинку (ZnO) – отриманий при спалюванні металу на повітрі. Застосовується як витончений полірувальний засіб для витончених виробів.

Корунд (оксид алюмінію Al_2O_3) – мінерал, природний безводний глинозем. Застосовується для шліфування та полірування твердих металів.

Гематит (оксид заліза Fe_2O_3) – мінерал сіро-стального кольору. Використовують для ручного полірування, подібно до сталевого полірувальника.

Мильний корінь (мильник) – служить для очищення виробів після протруювання, знежирення та покриття металами у гальванічних ваннах. Відваром мильного кореня змочують крацувальну щітку.

Шліфувальні та полірувальні паст – містять тонкі абразивні порошки, жирові зв'язки та спеціальні добавки. Абразивним матеріалом є оксиди хрому та кремнію, крокус. Як зв'язок у пастах використовують стеарин, парафін, технічне сало, езерин, віск. Спеціальними добавками є двовуглекисла сода та олеїнова кислота, які вводяться з метою активізації процесу полірування; скипидар і гас використовуються для зміни в'язкості.

Оксид хрому надає пастам зелений колір, оксид заліза – червоний, технічна крейда – білий.

При ручному та механічному поліруванні полірувальні частини промивають у рослинному або технічному маслі.

4.3. Інструменти та обладнання для шліфування та полірування

Інструмент для механічного оздоблення виробів

Шліфування та полірування проводять на верстатах швидко обертаються колами з різних матеріалів і в ручну кательниками, брусками, полірувальниками з металу та іншими пристроями.

Розрізняють два типи приводних верстатів для шліфування та полірування: шліфувально-полірувальний верстат та електрична бормашина з гнучким валом.

Шліфувально-полірувальний верстат оснащений двигуном змінного струму з короткозамкненим ротором. Потужність не менше 184 Вт, швидкість обертання при поліруванні 2800-3000, при крацуванні 700-750 об/хв. Для того, щоб знизити швидкість обертання та зберегти повну потужність двигуна, застосовують редуктор з передатним ставленням 4:1. Шліфувально-полірувальні інструменти кріпляться на подовженому з обох боків валу.

Бормашина з гнучким валом застосовується для тонких робіт, де потрібні дрібніші шліфувально-полірувальні інструменти. Останні кріпляться у затискному патроні гнучкого валу.

Абразивний інструмент виготовляється з абразивних матеріалів і призначений для механічної обробки металу та інших матеріалів. Його можна розділити на два основні типи: жорсткий (шліфувальні круги, головки, сегменти та бруски) та гнучкий (шліфувальна шкірка та вироби з неї – стрічки, диски та ін.).

Для виготовлення шліфувальних кіл та іншого інструменту застосовують електрокорунд, карбід кремнію, синтетичні та природні алмази. Абразивний інструмент випускається на керамічній, бакелітовій, вулканітовій, силікатовій, гліфталевій та магнезіальній зв'язках, що скріплюють окремі абразивні зерна.

Шліфувальні круги з електрокорунду та карбїду кремнію виготовляються діаметром 3-1100 мм, товщина 0,5-200 мм, діаметр посадкових отворів 1-305 мм; з алмазних зерен діаметром 6-300 мм, товщина робочого кільця 1,5-5 мм, ширина 3-20 мм.

Шліфувальна шкірка та вироби з неї випускаються на підставах з тканини та паперу з ріжучими зернами з електрокорунду, карбїду кремнію, скла та кремнію. Застосовується для ручних та механізованих шліфувальних робіт. Залежно від необхідної міцності виготовляється на підставах з бязі, саржі, напівдвонитки або паперу. Найбільш міцною основою є саржа. Зв'язуючим засобом для наклеювання абразивного матеріалу служить клей зі шкіри та кісток. Величина зерен абразиву визначає тонкість шліфувальної шкірки.

Еластичний полірувальний круг, фетровий круг застосовуються для полірування гладких, рівних і опуклих поверхонь.

На коло, що обертається, наносять полірувальну пасту, котра міцно утримується частинками фетру. Кола з фетру є високоякісним стійким в експлуатації полірувальним інструментом.

Повстяне коло застосовується для шліфування та полірування виробів. У першому випадку використовуються кола з волосся та вовни тварин, у другому – м'якіші з чистої вовни.

Волосяне коло (дисківі щітки) має дерев'яну основу, на якій по всьому колу укріплені волосяні кисті, що стирчать. Застосовується для полірування виробів складної конструкції. Еластичність дисківих щіток залежить від товщини та довжини волосся. Кріпиться на верстаті так само, як повстяний та фетровий.

Матерчасте коло служить для заключного полірування. Являє собою викроєні з матеріалу (бязь, полотно, фланель) диски, пошиті між собою концентричними швами. Чим частіше рядки швів, тим жорсткіше коло. Матерчаті кола добре утримують пасту і полірують поверхню будь-якого виду. Довговічні у роботі.

Нитковий круг (пушок) застосовується для наведення блиску на поверхню виробу. Схожий на волосяне коло, але замість волосяного має нитковий покрив. Є м'яким і тонким інструментом для полірування.

Інструмент для полірування та шліфування вручну

Наждакові бруски і напилки виготовляються з дерева. Далі їх обклеюють наждачним папером або зміцнюють абразивний матеріал безпосередньо на дереві. За формою та дією нагадують напилки. Використовуються для обробки рівних площин.

Точильний камінь являє собою брусок прямокутного перерізу довжиною 200-300 мм. При обробці на точильному камені виріб рівномірними рухами переміщують вперед і назад по площині до тих пір, поки поверхня деталі не буде оброблена. Напрямок шліфування необхідно змінювати, щоб не допустити утворення подряпин та рисок на поверхні.

Напилки з карбіду кремнію (карборунду) – стрижнеподібне каміння довжиною 150 мм з різноманітними формами перерізу: круглою, напівкруглою, трикутною, квадратною. Мають різну зернистість. Використовуються як напильники. При роботі змочуються водою, щоб мікростружка не забивала їх пори.

Шліфувальне вугілля – приготовлене особливим способом деревне вугілля. Виготовляються у вигляді брусків квадратного перерізу. Використовуються для остаточного шліфування металу.

До шліфуючих порошкових матеріалів відносяться пемзове борошно, трепел і віденське вапно.

Пемзове борошно – застосовується для попередньої обробки великих поверхонь (карбоване панно). Являє собою розмелений пемзовий камінь, приготовлений у вигляді кашки. При змішуванні з водою використовується для жорсткого шліфування, з олією – для тонкої.

Трепел служить для шліфування та полірування ювелірних виробів. Готують його так само, як пемзове борошно. Кашку наносять на

оброблювану поверхню за допомогою фланелевої ганчірочки або пензля і поздовжніми або круговими рухами прошліфовують вироби (наприклад, оброблені сірчаною печінкою). Для цієї ж мети застосовують і *порошок віденського вапна*.

Шліфувальні та полірувальні дерев'яні палички виготовляються з твердої та в'язкої деревини бруслини. З брусків вирізають стрижень потрібної форми, який використовується при обробці важкодоступних заглиблень виробу. Стрижень вмочують у кашку зі шліфуючого порошку, частинки абразиву прилипають до нього, а при обробці вдавлюються в деревину, що сприяє утриманню шліфуючої речовини на інструменті.

Натягнута нитка служить для полірування ланок ланцюжків та дрібних отворів. Для великих отворів використовують пучок сплетених ниток, який змащують поліруючою речовиною (жирний трепел), надягають на гачок, пропускають через отвір, туго натягують і водять по ній деталь, що обробляється.

Поліровник (гладило) виготовляється з високоякісної загартованої сталі. Край робочого кінця повинен мати закруглену, добре відполіровану поверхню. Поліровник має дерев'яну рукоятку. Полірування гладилом забезпечує виробу високий блиск. Поверхня металу ущільнюється і наклепується, що підвищує твердість та довговічність виробу. Перед початком роботи виріб знежирюють, щоб не засолювати гладило і змочують мильним розчином з нашатирним спиртом для зменшення тертя. Потім з рівномірним тиском проводять по поверхні штрих за штрихом. Вторинне полірування проводять у протилежному напрямку, щоб уникнути утворення смуг. При поліруванні гладилом відсутні втрати металу.

Недоліки методу: тривалість процесу, необхідність наявності високої кваліфікації та досвіду у працюючого, подорожчання обробки.

Полірувальний камінь дає більш високу якість полірування, ніж металеві полірувальники. В якості такого каменю використовують гематит, форма та розміри якого відповідають формі та робочій частині металевого

гладила. До дерев'яної ручки камінь кріпиться за допомогою латунної трубки.

4.4. Карбування металів

З давніх часів художнє карбування широко використовувалося для створення зброї, ювелірних прикрас, посуду та картинних рам. Дана технологія являє собою рельєфне зображення на металевій пластині або ж на готовому виробі. Сам процес створення малюнка неймовірно складний на кожному своєму етапі, адже практично вся оброблювана поверхня служить в якості робочої.

Карбування можна розділити умовно на два види: плоске й об'ємне. За допомогою першого створюють максимально деталізоване зображення, як наприклад, «залізні мережива». Це вишукані орнаменти та візерунки, виконані з граничною точністю, в яких викреслюють спочатку фон, а потім і лінії самого зображення. Такий вид карбування вимагає особливої обережності під час процесу випалювання, адже дрібні перегородки можуть просто розплавитися. Приклад такої обробки можна часто зустріти на кованих дашках будинків. Другий спосіб створення плоского малюнка на металевих предметах – робота з контуром. Багатьом цей вид нагадує гравіювання, і не дарма, адже з його допомогою поверхня залишається практично такою ж гладкою, як до обробки. Різниця полягає в тому, що контурне карбування може бути не тільки увігнутим, а й опуклим.

Крім плоского, використовують також об'ємне карбування, яке дозволяє творити справжні чудеса, як наприклад, скульптурні зображення. Багаторівневі деталі цілого малюнка в поєднанні з чорнінням роблять об'ємні елементи композиції незалежними від фону. Такий вид карбування має відмінний від попереднього технологічний процес, тому що деформації піддається вся поверхня, а для цього необхідним є вдвічі більший тиск.

Для того щоб створити дійсно гарне і якісне зображення за допомогою карбування, необхідно щоб робочий матеріал був м'яким і пластичним. Найпоширеніші метали для даного типу обробки це листові види, такі як латунь, алюміній, покрівельне залізо (для прикраси кованих камінів). В силу своєї дивовижної пластичності та піддатливості, найбільшу популярність

серед іншої сировини набрала червона мідь. Вона ідеально підходить для будь-якого з перерахованих вище методів карбування, оскільки вона швидко відновлюється після випалу, і разом з тим дозволяє створювати рельєф практично будь-якої глибини.

У процесі безпосереднього нанесення зображення на метал, використовують декілька видів інструментів, які називають чеканами. Щоб малюнок був фактурним і багатим, існує величезна кількість форм перетину і бою чеканів, кожна – для створення певного художнього ефекту. Так, наприклад, канфарники призначені для того, щоб перевести ескіз з паперу на робочу поверхню. Вони мають загострений наконечник, і слугують також для точкового оформлення фону.

Після створення початкового контуру канфарніком, по ньому проходяться обвідним чеканом, щоб лінія була чіткою і без зайвих нерівностей. Щоб додати об'єму в малюнок, використовують пурошники й трубочки – для вибивання кулястих форм, і лощатники – для додання фактури фону. Також існують так звані фігурні чекани, їх використовують для створення відбитків бажаного зображення.

Послідовність і технологія

Перед тим, як почати працювати з самим металом, необхідно ретельно підготувати ескіз. Спочатку малюнок роблять без зайвої деталізації, тільки позначаючи штрихуванням опуклості, після чого вже опрацьовується шаблон в натуральному розмірі з урахуванням всіх дрібниць. Для перенесення макета малюнка на робочу поверхню, вирізають заготовку з обраного металу, але з урахуванням додаткових 3-4 см по краях.

Це необхідно для того, щоб болванка міцно трималася на смолі та не вискакувала під час роботи, в такому випадку відбитки чеканів будуть виходити чіткіше. Після того, як малюнок вже переведений на метал (зазвичай це роблять за допомогою копіювального паперу і клею), починається робота з самими чеканами.

Технологія карбування – дуже трудомісткий процес, тому після створення контурів, фактур і рельєфу, виріб обпалюють для того, щоб «пом'якшити». Після охолодження, можна поглибити опуклості та доопрацювати деталі.

Карбування дає можливість не обмежувати політ фантазії та використовувати різні інструменти й матеріали для створення унікальних ефектів. Філігранні й позачасові карбовані вироби навряд чи коли-небудь втратять свою популярність серед поціновувачів тонких мистецтв.

4.5. Гравіювання ювелірних виробів

Гравіювання – нанесення на поверхню твердих матеріалів (метал, кістка, дерево, камінь та ін.) надписів, малюнків, візерунків ріжучими гравіруючими інструментами.

Гравіювання по металу виникло в древні часи. Відомі бронзові вироби, в основному це зброя.

В ювелірній практиці застосовується ручне площинне двовимірне гравіювання, при якому обробляється лише поверхня виробу: наноситься різцем декоративний малюнок, шрифт написи, багатофіурні композиції, пейзаж та ін. До площинного гравіювання відносять також гравіювання під чернь та тушування. Це складний та трудомісткий процес, який потребує від виконавця великої витримки, майстерності та зосередженості. Техніка гравіювання відрізняється високими художніми перевагами. Чіткість ліній, виразливість штрихів, строгість і лаконізм змушує виконавця бути особливо вимогливим до процесу створення гравірованої композиції.

Процес площинного гравіювання складається з наступних операцій: підготовка металу та малюнку, перенесення малюнку на метал, правірування.

Малюнок виконують на папері у натуральну величину. Всі тональні та тіньові переходи дають штрихом та точками. Поверхню металічної пластини або виробу очищують, подряпини та напливи зішліфовують наждачним папером або пемзою, але не доводять до блиску. Зайвий блиск стомлює очі та ускладнює роботу. Полірування фону здійснюється після гравіювання малюнку.

Призначену під гравіювання поверхню виробу покривають тонким шаром білої гуаші і дають фарбі висохнути. Через копіювальний папір гостро відточеним твердим олівцем переводять малюнок і закріплюють його спиртовим лаком або розбавленим нітролаком. Потім виріб або листову заготовку кріплять до дошки дрібними гвоздиками, сургучем або пастою закріплення. Розміри дошки повинні перевищувати розміри заготовок. Кріпильні дошки виготовляють із в'язких порід дерева. Об'ємні предмети при

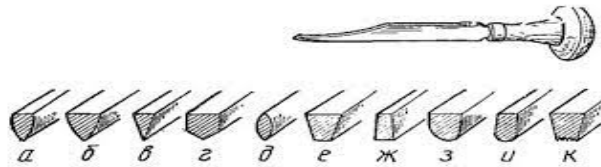
виробництві гравірувальних робіт затискають у спеціальні пристрої: шрабкугель або колодки.

Шрабкугель (кульові лещата) є чавунною кулею масою до 15 кг, діаметром 130 мм. Зверху кулі зрізаний сегмент та вирізаний паз, у якому болтами затискається дощечка з виробом. Для того щоб виріб можна було вільно пересувати і повертати під будь-яким кутом, під шрабкугель підкладають спеціальну шкіряну або брезентову подушку (кранц), туго набиту піском. Діаметр кранцу 180-200 мм.

Колодки складаються з масивних сталевих чи чавунних брусків, забезпечених спеціальними розсувними губками. Призначені для утримання заготовки, що гравірується.

Інструмент для гравіювання та його призначення

Основним інструментом при гравіюванні є штихель. Це сталевий різець завдовжки 100-120 мм, насаджений на дерев'яну ручку грибоподібної форми довжиною 30-70 мм. Виготовляється з інструментальної сталі марок у 12А, ХВГ. Хороші різці можна також виготовити із пруткової сталі, ресорних смужок, надфілів та небезпечних бритв. Обов'язкова вимога до штихелю – хороше заточування і правильне загартування (**недокал** сприяє швидкому притупленню, **перекал** – викрошування ріжучої кромки). Довжина ручки обумовлена зменшенням штихелю під час заточування. Зміною ручок підтримується загальна постійна довжина інструменту. Шийка ручки зміцнюється металевим кільцем, хвостова частина клинка заходить у попередньо засвердлену ручку на $\frac{1}{2}$ її довжини. Нижня частина грибка ручки зі сторони леза сколюється, що дозволяє збільшити нахил інструменту при роботі і зробити його зручнішим. Призначення штихелю визначається формою його поперечного перерізу. Залежно від товщини розрізняють такі основні типи штихелів (мал.1):



Мал. 1. Типи штихелів:

- а-б** – вузький та широкий шпiцштихелі; **в** – месерштихель; **г** – фасетштихель;
д – юстирштихель; **е-ж** – флахштихель з широкою та вузькою спинкою;
з-и – болштихелі з широкою та вузькою спинкою; **к** – фаденштихель

Шпiцштихель служить для гравірування контуру малюнка, нанесення чітких глибоких ліній, сильних штрихів підрізування кутів у шрифтових роботах. Бічні стінки опуклі, клинок прямий, кут заточування леза 30-45°, ширина спинки 1-4 мм.

Месерштихель призначається для виконання дуже тонких ліній (на смужці товщиною 1 мм можна провести до десяти ліній). Клинок прямий клиноподібного профілю з прямими стінками, радіус кромки леза (щоб уникнути обламування) 0,1-0,2 мм; кут заточування леза 15-30°.

Фасетштихель використовується для проведення точних широких та неглибоких ліній, виконання візерунків площинного гравіювання та чистової обробки малюнка. Бічні стінки паралельні або трапецієподібні, лезо різко загострене, клинок прямолінійний з кутом загострення 60-120°.

Юстирштихель застосовується в ювелірній справі для припасування оправы з метою забезпечення надійної опори для каменю. Опуклі бічні поверхні штихелю, перетинаючи, утворюють гоструватий поперечний переріз. Його ріжуча грань заточується похило до поздовжньої осі клинка.

Флахштихель служить для виїмки та вирівнювання фонів, шабріння поверхні, при доопрацюванні та монтуванні прикрас, для нанесення широких та плоских ліній, глянсової підрізки. Має плоску ріжучу кромку. Ширина леза 0,2-5 мм.

Болиштихель застосовується для гравіювання закруглених ліній (жолобків), шрифтів різної ширини заглиблень при напівкруглій вибірці та доопрацюванні прикрас. Радіус закруглення леза 0,3-5 мм.

Фадеништихель – нитяний різець, формою схожий на флашштихель. Задня грань та різуча кромка мають гострі виступи. Служить для штрихування та матування поверхні виробів. Крок насічки 0,1-0,4 мм.

При гравіюванні в поглибленнях та на увігнутих поверхнях працювати прямим клином штихелю незручно. У такому разі штихель нагрівають у середній частині до червоного і згинають до необхідної кривизни.

Пристаюючи до гравіюванню, штихель затискають у правій руці (в кулаку), щоб ручка тильною частиною упиралася в долоню. Лікоть перебуває у вазі, опорою руки служить великий палець, який в той же час обмежує прослизання штихелю вперед. Вказівний палець регулює силу натиску на ребро штихеля і направляє його по лініях малюнку. Ліва рука постійно регулює положення лінії, що прорізається, повертаючи пристосування з виробом і направляючи лінію назустріч різальній частині штихелю. Ведуть штихель по прямій лінії з права наліво, проштовхуючи його вперед невеликими ділянками.

Для площинного гравіювання придатні майже всі метали (латунь, томпак, пробне срібло, бронза, цинк, нікелеві сплави, сталі) та деякі неметалеві матеріали. Гірше піддаються гравіюванню м'які пластичні метали – золото, чисте срібло, платина, алюміній та ін. Навчання потрібно починати зі штрихових вправ. Спочатку слід опанувати навички роботи хоча б одним штихелем. Перші вправи проводять на мідних чи латунних пластинах. За допомогою лінійки та рисарки на відстані 2-3 мм одна від одної проводять паралельні лінії та проходять їх штихелем (глибина не більше 1 мм). Потім приступають до гравіювання штрихових, перетинаючих, ламаних, хвилястих та інших ліній. Для прорізання концентричних кіл на пластині циркулем креслять кола з радіусами , що рівномірно збільшуються. Перше коло прорізають за годинниковою, другу – проти годинникової стрілки і т. д.

Освоївши перші вправи, приступають до нарізування букв, цифр та простих фігур орнаменту.

Одна з причин браку при гравіюванні – неправильне заточування різців. Процес цей досить складний і потребує певних знань та навичок. Приблизно на 1/3 довжини клинка з боку спинки штихелю на наждачному точилі робиться зріз (аншліф), висота леза робочої частини має бути 1,5-3 мм. При такому зрізі кінець штихелю не загороджує лінії малюнка під час гравіюванні, а площа заточування робочої частини зменшується. На бічних ребрах зрізу знімається фаска (щоб уникнути порізу пальців). Ріжучу кромку утворює площу заточування (лобова площадка) зі стінками та лезом (основою) клинка. Кут заточування дорівнює 45° . Менший кут викличе «заривання» штихелю в метал, а більший – прослизання у напрямку клинка. Обов'язкова умова – плоске заточення штихелю (без опуклостей та заокруглень). При заточенні на бруску лікоть правої руки має бути на вазі, а пензлем необхідно сильно (під кутом 45°) притискати майданчик до каменю. Заточують штихель з боку спинки, стежачи за тим, щоб не перепалити ріжучу кромку. Застосовують дрібнозернисті бруски, поверхню яких змочують рідкою машинною олією або гасом. Після заточування зі штихелю знімають задирки (на глянсовому осілі або щільноструктурному крем'янистому сланці).

Обронне гравіювання

Обронне (тривимірне) гравіювання – спосіб, при якому різцем створюється рельєф або об'ємна (кругла) річ із металу. Підрозділяється на опуклий (позитивний) – малюнок рельєфу вище фону (останній поглиблений і знятий) і поглиблене (негативне) – малюнок або рельєф ріжеться всередину. Застосовується для обробки безпосередньо поверхні ювелірного виробу. Гравіювання буває ручне та механічне. Ручне виконується ювелірами за допомогою ручних інструментів, механічне – різними пристроями та гравірувальними машинами. Останнє у свою чергу ділиться на два типи:

гравер сам управляє рухом різця або різець пересувається автоматично (за допомогою спеціального шаблону).

Обронне гравіювання порівняно з площинним використовується набагато ширше.

При роботі технікою оброну (при виконанні рельєфів, контррельєфів, об'ємних форм) майстру доводиться знімати з поверхні виробу великі маси металу, тому вибірку металу краще здійснювати зубилом, робочий кінець якого має форму штихелю.

Інструменти та пристрої для гравіювання

Гравіювальні зубила являють собою сталеві стрижні завтовшки 6-10 і завдовжки 120-150 мм. Найбільш уживані спицзубило, фляхзубило і болзубило.

Крім штихелів та зубил, при обронному гравіюванні застосовують керни, січки, карбування. Кернами виробляють розмітку поверхні, січки служать для вибірки металу (заточуються з одного боку), карбування – для вирівнювання фону та набивання фактури. Останні повинні бути масивнішими, ніж карбування для карбованих робіт, оскільки працюють ними в основному по сталевих заготовках при обробці штампів і пуансонів.

Пуансони виготовляють із квадратних прутків інструментальної сталі товщиною 6,7 та 10 мм, довжиною 65, 85 та 100 мм. Робочому кінцю надають невеликий конус, а на торцевому майданчику гравірують букву або цифру в позитивному або негативному зображенні (тобто назовні і всередину). До різновиду пуансонів відносять зеки та маточники. Зеки – це пуансони, виконані у формі букв, на робочій поверхні яких є опуклі місця, що дає на листових заготовках букви з увігнутою поверхнею. При ударі молотком по зеці метал осідає, і далі потрібно вигравірувати лише зовнішні контури літери чи цифри. На робочому торці маточників гравіруються не літери та цифри, а частини рельєфу чи елементи орнаменту.

В обронних роботах застосовують також рифлювання і надфілі різних профілів. При карбуванні пуансоном заготівлю, як і при площинному гравіруванні, зміцнюють у шрабкугелі або колодці, під яку підкладають кранц. Дрібні деталі відпрацьовують за допомогою лупи, укріпленої на спеціальному штативі. Дуже важливо, щоб заготовка була добре освітлена.

Технологія обронного гравіювання

Технологія обронного гравіювання складається з підготовчих операцій та гравіювання. Для виконання обронних робіт готують малюнок, який на відміну від площинного гравіювання постачають розрізами з характеристиками рельєфу, де вказується висота рельєфу, глибина заглиблень і т.д. Але одним малюнком з розрізами в цьому випадку не обмежуються, необхідно мати копію авторського оригіналу, відлиту в гіпсі або виконану у воску, пластиліні.

Переведення малюнка на метал роблять двома способами:

- поверхню заготовки покривають тонким шаром білої гуаші і на ній від руки з попередньою розміткою або за допомогою циркуля та лінійки відтворюють малюнок;

- заготовку покривають білою фарбою, на ґрунтовану поверхню наносять тонкий шар воску або пластиліну.

Малюнок виконують олівцем на кальці. При перекладі враховують його зображення на металі - пряме або зворотне (дзеркальне). Дзеркальне виконують при гравіруванні печаток, факсимілі та інших роботах (гравірування всередину). Скопійований на кальку малюнок олівцем накладають на заготівлю лицьовою поверхнею вниз і пригладжують рукояткою штихелю. Потім обережно знімають кальку. На восковій поверхні залишається добре помітний відбиток.

При опуклій оброні малюнок після його нанесення на метал оконтурюють сталеву голкою або шпiцштихелем, щоб не збити під час подальшої роботи. Навколо малюнку дуже обережно вибирають першу стружку, щоб не пошкодити контур. Іноді штихель при знятті стружки

тримають похило, щоб створити конусність вертикальним стінкам, створюючи запас для подальшого уточнення малюнка.

Наступний етап роботи – вибірка фону флашштихелем і флахзубилом. При глибокій вибірці або гравіруванні заокруглень користуються болтштихелем або зубилом. Рельєф обробляють відповідними формами штихелів та зубил, використовуючи рифлювання, карбування, надфілі та ін. Для гравіювання повторюваних елементів або дрібних і складних деталей виготовляють спеціальні пуансони, зеки та маточники.

При поглибленому оброні на відшліфованій поверхні заготовки креслять зовнішній контур рельєфу, обводять його спицштихелем і приступають до вирубування металу всередині окресленого малюнка. Роботу виконують зубилами різної форми, метал обирають дуже обережно. Вирубане заглиблення попередньо змочують водою і вдавлюють у нього м'який шматок пластиліну. Отриманий відбиток порівнюють з оригіналом.

Техніка поглибленої оброни складна і вимагає від гравера високої кваліфікації та досвіду. Чим ближче до кінця завершення роботи, тим обережніше повинен працювати гравер: стружка, що знімається, повинна бути дуже тонкою, щоб не вийшла надмірна вирубка. Виправляти помилки набагато складніше. Для цього доведеться спилювати всю поверхню навколо контуру малюнка і поглиблювати контррельєф або висвердлювати дефектні місця та заповнювати їх пробками. Все це трудомістко і потребує великих витрат часу.

Доопрацювання та остаточне оздоблення контррельєфу виробляють штихелями (зрізують невелику кількість зайвого металу), чеканами та пуансонами (підсаджують у потрібних місцях рельєф та уточнюють орнамент або шрифт). Шліфування та полірування ділянок ведуться до тих пір, поки зліпок не стане абсолютно ідентичним моделі і вона повністю не увійде в поглиблений оброн.

При виготовленні прес-форм та сталевих штампів застосовують попередню грубу вибірку металу (для прискорення та полегшення праці

гравера), яку виконують на фрезерних, свердлильних, шліфувальних верстатах та гравірувальних машинах. Граверу залишається тільки уточнити і відокремити порожнини штампу.

Для масового виробництва граверних виробів використовують гільоширні, гравірувально-копіювальні, рельєфно-копіювальні та інші машини. Гільоширна машина дозволяє швидко викреслювати на поверхні виробів найтонші складносплетені сітки з тонких кривих ліній; гравірувально-копіювальна – різцем (за допомогою спеціального шаблону) здійснює не тільки площинне гравіювання, але й гравірування на необхідну глибину; рельєфно-копіювальна машина зі спеціальним пристроєм служить для перетворення вертикального руху в горизонтальне і дозволяє за допомогою алмазного різця одержувати плоске світлотіньове графічне зображення на металі. Найскладнішою копіювальною машиною є пантограф із алмазним різцем. За допомогою спеціального пристрою він може пропорційно зменшити форми малюнка на виробих.

ТЕМА 5. Хімічні методи обробки ювелірних виробів

5.1. Оксидування виробів

Оксидування міді азотною кислотою – це один із простих і надійних способів надання міді чорного кольору.

За допомогою щетинного пензля на виріб наносять концентровану азотну кислоту. При цьому на поверхні виробу виникає бурхлива реакція з виділенням отруйного газу, тому роботу необхідно виконувати під витяжною шафою, дотримуючись запобіжних заходів. Поверхня виробу набуває зеленого, а потім чорного кольору. Після припинення реакції виріб рівномірно нагрівають до повного випаровування азотної кислоти, охолоджують, ретельно промивають у гарячій воді, просушують у тирсі і потрібні місця пришліфовують пемзовим порошком. Пензель після нанесення кислоти відразу ж промивають у проточній воді, що продовжує термін її служби. Тампонами з тканини та вати для нанесення кислоти на метал користуватися не слід, оскільки вони відразу ж розпадаються (згоряють) і забруднюють продуктами розпаду оброблювальну поверхню.

Від концентрації кислоти та тривалості нагрівання залежить колір обробки (від коричневого та сірого до чорного). Оздоблення дуже міцне.

Оксидування азотною кислотою

Латунні вироби, покриті шаром кислоти, при нагріванні забарвлюються в блакитно-зелений колір. Утворюється азотнокисла мідь. Зі зростанням температури мідь розкладається, і на поверхні виробу з'являється наліт чорного кольору. Виріб охолоджують, промивають, висушують, потрібні місця пришліфовують. Оксидування азотної кислоти дає дуже міцну оксидну плівку.

Для отримання:

- **Жовто-бурого** кольору виріб обробляють у 2 розчинах:
 1. На 10 л води по 60 г сірчаної печінки та шліппсової солі;
 2. На 10 л води 6 г сульфату міді та 12 см³ сірчаної кислоти.

Виріб при постійному похитуванні опускають у перший розчин, промивають та переносять у другий. Процес повторюють до отримання бажаного кольору, потім промивають виріб і сушать.

- **Темно-бурого** кольору досягають у розчині 1,5 л води з додаванням 30 г сульфату міді, 15 г хлорату калію та 10 г перманганату калію.

Температура розчину 100°C. Для отримання золотистого забарвлення занурений у ванну виріб протирають щіткою. Після закінчення процесу промивають і сушать.

- **Коричневого** кольору: на 1 л води 50 г мідного купоросу і 5 г марганцевокислого калію.
- **Темно-коричневий до чорного** кольору: на 1 л води 20 г солі бертолетової і 25%, або 40 г, нашатирного спирту.

Температура 70-80°C. тривалість обробки 5-7 хв.

- **Оливковий та коричневий** кольори: на 1 л води 50 г бертолетової солі, 40 г азотно-кислої міді, 80 г хлористого амонію.

Температура 60-70°C. Вироби витримують у розчині до отримання бажаного кольору, потім промивають і сушать.

- **Бархатисто-чорний** колір отримують у розчині хлористої сурми, яку наносять пензлем на поверхню виробу і натирають жорсткою щіткою.

Залежно від концентрації розчину та часу обробки створюються кольори від світло-сірого до чорного. Роботу виконують у гумових рукавичках. Виріб промивають у теплій воді і сушать у тирсі. Оздоблення дуже міцне, піддається шліфуванню та поліруванню.

5.2. Патинування ювелірних виробів

Сірчану печінку отримують з поташу (K_2CO_3) та сірки (S), які беруть у співвідношенні 1:1. Компоненти добре перемішують, поміщають у металевий посуд і підігрівають при постійному помішуванні до розплавлення, тобто до отримання темно-коричневої в'язкої маси. Останню виливають на лист жерсті, дають охолонути, розбивають на дрібні шматочки і укладають у скляну посудину з добре притертою пробкою. Зберігають у темному місці.

Підготовлений виріб, вибілений у 10-15% суміші азотної та сірчаної кислот, промитий (обов'язково для всіх видів хімічної обробки), поміщають у розчин (сірчана печінка 12-15 г, аміак 15 г, вода 1 л).

Процес протікає за кімнатної температури. При появі чорного кольору виріб витягають з ванни, промивають, просушують у тирсі, дають висохнути і обробляють латунним крацуванням або абразивними порошками.

Для отримання різних відтінків кольорів використовують наступні розчини:

- ❖ Колір від червоно-бурого до темно-бурого одержують змочуванням виробу в розчині 2-3 г сірчаної печінки на 1 л води (розчин зберігають не більше доби);
- ❖ Колір старої міді – в розчині 12 г сірчаної печінки та 15 г аміаку на 1 л води. Після патинування порошком протирають пемзи до необхідного кольору;
- ❖ Колір світло-бурий та каштановий – у розчині 20 г сульфату міді, 25 г сульфату нікеля, 12 г хлорату калію та 7 г перманганату калію на 1 л води. Процес протікає 0,5-2 хв у нагрітому до кипіння розчині. Виріб занурюють кілька разів і прочищають щіткою до отримання бажаного кольору, потім промивають і сушать у тирсі;
- ❖ Колір мідної зелені – в розчині 120 г натрій тіосульфату і 40 г оцтовокислого свинцю на 1 л води. Температура розчину $60^{\circ}C$. Процес фарбування добре спостерігається і протікає швидко.

Після появи зелено-блакитного забарвлення виріб промивають і сушать.

Патинування сірчистим амонієм

Колір від світло-коричневого до чорного одержують при обробці міді сірчистим амонієм (на 1 л води 20 г сірчистого амонію). Інтенсивність кольору залежить від температури. Виріб нагрівають і опускають у ванну з розчином, великі предмети поливають зверху та протирають щетинним пензлем. Роботу проводять під витяжною шафою. Потім промивають і сушать. Глибокий чорний колір утворюється в результаті обробки виробу в розчині 50 г каустичної соди, 14-16 г персульфату калію на 1 л води. Суміш нагрівають до температури 60-65°C. час обробки – 3-5хвилин. Очищення пемзою опуклих частин виробу робить його більш декоративним.

Оздоблення виробів з латуні

Хімічна обробка надає латуні різноманітних кольорів: від жовтих, помаранчевих, червоних до блакитних, фіолетових, синіх і чорних. Причому на одному виробі можна отримати перехідні тони різних відтінків кольорів.

Патинування сумішшю розчинів гіпосульфїту натрію та оцтовокислого або азотнокислого свинцю дозволяє отримати на поверхні латунного виробу райдужні відтінки: жовтий, помаранчевий, малиновий, фіолетовий, синій, чорний.

Для цього в 1 л гарячої води розчиняють 130 г гіпосульфїту натрію, в іншій посудині в 1 л води розчиняють 35 г оцтовокислого або азотнокислого свинцю. Розчини змішують, підігрівають до температури 80-90°C і опускають в суміш протруєний і промитий виріб. Поверхня останнього швидко забарвлюється в жовтий, помаранчевий, червоно-малиновий, фіолетовим, що змінюється, кольору. При подальшій витримці фіолетовий колір переходить у синій, сірий та чорний. Потім реакція припиняється. Тони швидко змінюють один одного, і тому при отриманні необхідного тону предмет, що обробляється, потрібно вийняти з розчину, промити і

просушити. Якщо виріб виймати повільно, кольори плавно переходитимуть один в одного.

Патинування за допомогою гіпосульфїту натрію та азотної кислоти

Попередньо нагрітий латунний виріб опускають у розчин (на 1 л гарячої води 40-60 г гіпосульфїту натрію і 4-5 г азотної кислоти) і спостерігають за потемнінням його поверхні, яка набуває сірувато-синіх або коричнево-фіолетових відтінків. При появі потрібного кольору виріб виймають, промивають у гарячій воді. Пемзовим порошком протирають опуклі місця, знову промивають холодною водою і просушують у тирсі. Розчин дуже швидко втрачає свої властивості (термін дії 15-20 хв). Патинування неміцне, вимагає захисних покривів. Роботу проводять у захисних рукавичках під витяжною шафою.

5.3. Пасивування виробів

Якщо ви цікавитесь темою ювелірного виробництва або вам просто подобається дізнаватися нові факти про метали, то, можливо, ви вже зустрічали слово «пасивування» або «пасивація». Цей термін нічого не скаже людині, далекій від хімії або ювелірної справи.

Пасивування металу – спеціальна обробка, при якій зовні матеріал отримує нові властивості. Так, недорогий і недостатньо стійкий до впливу зовнішнього сіди сплав стає схожим за своїм властивостям на благородний метал. Після пасивації, наприклад, алюміній перестає окислюватися. Але адже срібло 925 проби і так відноситься до розряду благородних матеріалів, навіщо ж його пасивувать? Це закономірне запитання, і на нього є проста відповідь: срібло може темніти. Цим зовнішнім змінам піддаються прикраси, столові прилади, всілякі аксесуари і предмети інтер'єру, зроблені з срібла. Хоч це і легко виправити, очистивши метал від небажаного нальоту, все ж застосовується метод, що оберігає срібну продукцію від потемніння. Найчастіше фахівці використовують хімічні способи захисту верхнього шару металу, що контактує з повітрям і світлом. Найбільш ефективною вважається пасивація методом обробки благородного сировини в хромпике – дихромате калію – $K_2Cr_2O_7$.

Процес пасивації срібла

Для створення надійного бар'єру проти чинників, що погано впливають на візуальну складову металу, проводиться наступне:

- 60 г хромпика додають в 1 л кип'яченої води температурою 25-40 градусів.
- Срібне кільце, браслет або інший виріб занурюють у підготовлений розчин на 20 хвилин.
- Потім періодично помішують.

Є один важливий нюанс: якщо прикраса або предмет не повністю покритий об'ємом хромпика, краще не занурювати частини виробу на зазначений період часу по черзі. Ми рекомендуємо спочатку розвести

реактив в підходящій ємності, куди з легкістю поміститься атрибут навіть самої складної форми.

5.4. Емалювання ювелірних виробів

Емаль є тонким шаром скляного сплаву, більш-менш легкоплавкого, різних кольорів. Емаль наноситься у порошкоподібному стані на поверхню виробу та справляється безпосередньо на ньому при нагріванні самого виробу. Емаль, крім декоративних якостей, має також захисні, антикорозійні властивості. Вона відрізняється більшою чи меншою стійкістю не лише проти атмосферних впливів, а й проти впливу хімічних реагентів – кислот, лугів, газів тощо.

Емалі є склоподібним твердим розчином кремнезему, глинозему та інших оксидів, які зазвичай називаються плавнями. Деякі з них – оксид свинцю, оксид калію, оксид натрію – збільшують легкоплавкість – емалей, в той же час роблять її менш стійкою проти зовнішніх умов; інші – оксид кремнію, оксид алюмінію, оксид магнію, навпаки, збільшують міцність емалі та її тугоплавкість. Для одержання кольорових емалей додають оксиди металів (свинцю, кобальту, нікелю та ін.), які називають пігментами.

Д. І. Менделєєв розглядав емалі як розчин більш тугоплавких склоподібних сполук та легкоплавких. Пропорція тих та інших повинна бути підібрана так, щоб при охолодженні та твердінні емалі не виділялися частини речовини в кристалічному вигляді (так зване розкльовування, тобто поява каламутних плям та інших дефектів), що має місце, коли у складі емалі переважають оксид кремнію та інші тугоплавкі сполуки. З іншого боку, надлишок легкоплавких компонентів, наприклад оксидів натрію та калію, робить емаль маломіцною, вона легко тріскається, роз'їдається кислотами і навіть розчиняється у гарячій воді. Надлишок оксиду свинцю також небажаний, так як емаль виходить м'яка, що дряпається ножем.

Однак у сплаві з іншими кремне- і борнокислими солями свинцевий оксид, взятий в нормі, утворює емаль достатньо міцну і, окрім того, посилює блиск, яскравість кольору та легкоплавкість, чим і пояснюється широке

використання оксиду свинцю для приготування художніх емалей у минулому.

5.5. Види емалей, способи нанесення

Емалі розрізняють:

- *прозорі або наскрізні* – використовуються для покриття золотих та срібних виробів. Покриті емаллю гладенькі або гравіровані ділянки металу, просвічуючи через емаль, доповнюються його блиском та забарвленням. Прозорі емалі мають сильний блиск, чистий глибокий колір, грають і переливаються на різбленому тлі металу;
- *глухі або опакові, непрозорі* – застосовуються в основному на міді. Їхні декоративні переваги полягають у яскравості кольору, що перевершує прозорі емалі, блиску, соковитості забарвлень, у контрастах відкритих частин металу з кольором емалей;
- *просвічуючі або опалові* – поєднують у собі до певної міри якості перших двох. Залежно від кута падаючого світла така емаль здається то наскрізною (що просвічує), то глухою з різноманітною грою кольору і переливами, що нагадують густу опалу.

Емалі – це звичайні легкоплавкі стекла з температурою плавлення більш низькою, ніж температура плавлення (або навіть розм'якшення та деформації) тих металів, на які вони наносяться.

Зазвичай для отримання кольорових прозорих (або глухих непрозорих) емалей спочатку готують основний сплав – флюс, а потім до цього безбарвного сплаву додають різні барвники і знову переплавляють.

Для прозорих і найбільш легкоплавких емалей зараз застосовується флюс наступного складу (масова частка,%): оксид кремнію – 21,8; оксид барію – 5,5; оксид натрію – 8,8; оксид титану – 2,4; оксид свинцю – 61,5.

Плавлять флюси у графітових або керамічних тиглях. Тигель попередньо розігрівають у муфелі, і суміш засипають невеликими порціями, щоб не остудити розігрітий тигель. Краще робити дві засипки: коли перша розплавиться, роблять другу. Спочатку склад перетворюється на зернисту масу, яка потім плавиться і починає кипіти з виділенням газів; на поверхні при цьому виринають бульбашки. Ступінь готовності можна визначити

шляхом проби. Для цього довгий сталевий розпечений на кінці гачок опускають у розплавлений склад і виймають, якщо при цьому флюс тягнеться у вигляді гладкого, тонкого волосся, він готовий. Тигель захоплюють щипцями та виплескують його вміст у воду для охолодження та очищення флюсу. Отриманий флюс товчуть і розтирають у ступці в дрібний порошок і висушують.

Сирі суміші сплавляються при вищій температурі, ніж готові сплави того ж складу, тому температура в муфелі повинна бути високою.

Багатокомпонентні суміші плавляться легше, ніж чисті матеріали, взяті кожен окремо.

Готові, добре просушені флюси зберігають у щільно закритій скляній тарі, ретельно зберігаючи від попадання пилу та інших забруднювачів.

Для отримання кольорових емалей користуються барвниками, які додаються до основи (флюсу) в різних пропорціях.

Густота і сила тону залежать від кількості оксиду, що зафарбовує: чим його більше, тим інтенсивніший і яскравіший колір емалі. Флюс відіграє ту ж роль, що й вода в акварельному живописі. Наприклад «розбавляючи» флюсом синю емаль, можна отримати будь-яку кількість градацій світло-синього та блакитного кольорів.

Від змішування емалей у порошкоподібному стані між собою виходять додаткові тони, проте слід зауважити, що не всі емалі можна змішувати.

Фарбувальні речовини мають неоднакову фарбувальну здатність. Наприклад, фарбувальна здатність срібла дуже велика: 0,1% хлористого срібла повідомляє сплаву досить інтенсивний жовтий колір, а оксиду сурми, щоб отримати достатнє жовте фарбування, необхідно 7-10%. Особливо сильно забарвлює золото, його здатність у цьому відношенні перевершує всі інші речі: 0,04% золота достатньо, щоб отримати густо забарвлену червону прозору емаль, так званий «золотий рубін».

Глухі (непрозорі) емалі отримують, вводючи в їх склад такі речовини, які самі по собі непрозорі і в процесі плавки нерозчинні (оксиди олова,

сурми, гіпс) або, якщо і розчинні при високому нагріванні, то знову виділяються у вигляді відкладень при охолодженні сплаву. Сюди відносяться миш'яковистий ангідрид (білий миш'як), фосфорні та фтористі сполуки та окис міді. Під час плавки вони утворюють однорідну прозору масу, а при охолодженні та затвердінні відбувається виділення непрозорих елементів, і емаль стає глухою. Якщо ці добавки, наприклад окис міді, були введені в сплав у великих кількостях, то відразу виходить глуха червона емаль, якщо ж добавки були мінімальними, то склад при першій плавці може бути утриманий у прозорому стані, який зникає при тривалих повторних нагріваннях (вже в процесі припуску емалі на виробі), і прозора червона емаль перетворюється на глуху.

Поряд з емальми в художніх роботах по металу можуть використовуватися і *смальти*, що являють собою свинцево-кремнеземисте скло, пофарбоване різними оксидами металів.



Приклади складу: діоксид кремнію – 10,0 частин; вуглекислий калій – 10,3; хлористий натрій – 0,7; ангідрид борної кислоти – 12,0; оксид свинцю – 20,0; оксид барію – 25,0 частин.

В емальерному виробництві в процесі підготовки та виготовлення виробів, крім емалі, використовуються кислоти та солі.

Таблиця 7. Використання кислот

Назва кислот	Призначення
Азотна (нітратна)	для травлення заготовок зі срібла, а також травлення міді та її сплавів під глянець

<i>Сірчана (сульфатна)</i>	для відбілювання заготовок та готових виробів
<i>Соляна (хлоридна)</i>	для відбілювання паяних перегородчастих та сканних заготовок під емаль
<i>Борна</i>	Для декапування срібних заготовок під емаль та при виготовленні флюсів
<i>Лимонна та щавлева</i>	Для відбілювання виробів з емалями зниженої кислотостійкістю

В окремих випадках для травлення виробів застосовується «меланж» - суміш кислот у співвідношенні: азотна кислота – 1,0 частина, сірчана кислота – 1,0 частина, соляна кислота – 0,02 частини.

Таблиця 8. Використання солей

Назва солі	Призначення
Бура (нітрієва сіль тетраборної кислоти)	як самостійний флюс, основа всіх флюсів, входить до складу черні
Поташ (карбонат калію)	один із компонентів «сірчаної печінки», для оксидування срібних та мідних виробів, а також для обезжирюючих виробів

Метали для емалювання та інструменти

Для звичайних ювелірних емалей, температура плавлення яких до 800°C, з давніх-давен застосовувалися наступні метали: золото (чисте і високопробне), срібло (чисте і високопробне), мідь (червона, чиста) та її сплави – томпак (сплав міді з 7-12% цинку) і дуже рідко – бронза.

Крім температури плавлення металу, для емальєрних робіт важливе значення має здатність металів зберігати свій колір, блиск і просвічувати крізь прозору емаль після її випалу. Цю властивість мають лише дорогоцінні метали – золото, срібло і платина, оскільки при випаленні на них не утворюється оксидних плівок і зберігається блиск під шаром емалі.

Якщо при емалюванні мідних виробів бажано мати ділянки з прозорою емаллю, то на цих ділянках під емаль підкладають золоту (під червоні та жовті тони) або срібну фольгу. На срібній фользі особливо добре світяться блакитні, сині та зелені емалі. Також прозорі емалі можна класти

безпосередньо на мідь, але в шар білої емалі. На томпак можна наносити і глухі, і прозорі емалі, тому що його блиск під шаром емалі зберігається, хоча відбивна здатність томпака, звичайно, значно поступається відбивною здатністю дорогоцінних металів. У цьому випадку також можна робити підшар із білої емалі.

Необхідно враховувати також тепловий коефіцієнт лінійного розширення металу в процесі його нагрівання та подальшого охолодження, оскільки від цього залежить міцність зчеплення емалі з металом. При цьому бажано поверхність основи робити шорсткою, тому що при цьому підвищується міцність зчеплення металу з емалями.

Коефіцієнт лінійного розширення емалі повинен відповідати коефіцієнту лінійного розширення металу або сплаву, на який накладається емаль. В іншому випадку при охолодженні емаль відшаровуватиметься від виробу, незважаючи на ретельність дотримання технологічного процесу.

В ювелірних виробках метал, який обраний як основа під емаль, іноді багато в чому визначає художні переваги виробу. Особливо це стосується виробів, у яких застосовуються прозорі (просвічують) емалі. У цьому випадку блиск і колір основного металу через тонкий прозорий шар емалі надає їй особливу силу і яскравість кольору. Наприклад, золото (як чисте, так і високопробне) є особливо гарною основою. Воно мало деформується при нагріванні і надає емалі яскравості та блиску. Срібло, навпаки, деформується, тож гірше утримує емаль. Мідь служить чудовою основою для емалі, оскільки має високу температуру плавлення. Однак прозорі емалі, що світяться на золоті чи сріблі дуже яскраво, на міді виглядають темними та брудними. На томпаку емаль тримається і просвічує задовільно. Бронза вважається поганим матеріалом для емалювання. Вона окислюється і придатна лише для глухих емалей. Крім того, зчеплення емалі з бронзою неміцне, і емаль легко обсипається. Однак у минулому бронзове лиття нерідко розцвічувалося глухою синьою та білою емаллю. Алюміній – новий матеріал для емалювання. Звичайні емалі з температурою плавлення,

близькою до 800°C, для нього не придатні, тому що алюміній вже при 660°C плавиться.

Для виконання емальєрних робіт необхідні наступні інструменти та обладнання:

1. Ваги з набором різноваг для відвішування різних речовин при складанні шихти (для плавки емалей). Точність вагт до 0,1 г.
2. Тиглі графітові або керамічні для плавки емалі ємністю 30-50см³.
3. Гачок (з сталевого дроту) для взяття проб у процесі варіння емалі.
4. Тигельні щипці для захоплення та виймання гарячого тигля з печі.
5. Муфельна електрична піч із закритою обмоткою з температурою нагрівання 900-1000°C для плавки та випалу емалей.
6. Молоток із широким бойком для дроблення емалі на шматки.
7. Ступка з пестом для розтирання емалі з твердих матеріалів яшми, агату або порцеляни.
8. Баночки з кришками (порцелянові або скляні) для зберігання готової розтертої емалі.
9. Бетрагштихель – спеціальний інструмент з ложкоподібними кінцями для накладання емалі. Його легко зробити самому із сталевого або латунного дроту діаметром 3-4 мм, розплющивши і обпиливши кінці.
10. Голка сталева (вставлена в дерев'яну ручку) для очищення емалевої маси від сторонніх частинок, виправлень дефектів, зняття порошинок і зайвої фарби при живописі по емалі.
11. Підставки різної форми для укладання виробів у муфелі при випаленні.
12. Плита (сталева або чавунна) для виправлення гарячих емальованих пластинок.
13. Наждачний брусок для обпилювання та шліфування поверхні емалі.
14. Корнцанги – спеціальний пінцет для згинання дроту під час встановлення перегородок.
15. Матове скло для розтирання фарб.

16. Кисті колонкові малих номерів.
17. Шпателі сталеві, рогові чи пластмасові.
18. Скляний ковпак для захисту невипалених виробів від пилу перед випалом.
19. Набір пробірок у штативі для сухих фарб.
20. Склянка з набором блюдець для скипидару та скипидарного масла.
21. Щітки (скляні та щетинні) для промивання емалі виробів.
22. Ножиці для різання металу.
23. Дрібне сито (краще шовкове) для просіювання компонентів емалевої шихти.

Технологія емалювання

Весь процес емалювання можна розділити на чотири етапи: підготовка виробу під емаль, накладання емалі, випалення та оздоблення виробу. Розглянемо кожен етап детально.

Підготовка виробу під емаль. Метал очищають від різних забруднень, оксидних плівок тощо. Це роблять шляхом механічного очищення на крацювальних щітках (латунних або капронових) з подальшим знежиренням та травленням в азотній кислоті або відбілюванням у слабкому розчині сірчаної кислоти. При емалюванні мідних або томпакових виробів очищену заготовку піддають нагріванню в печі доти, доки на поверхні металу не з'явиться найтонша плівка оксиду (від зіткнення гарячого металу з киснем повітря). Ця плівка дуже міцно з'єднана з металом. Оброблений таким чином виріб виймають із печі, дають охолонути, після чого приступають до накладання емалі. При емалюванні виробів з дорогоцінних металів необхідно проводити попереднє «облагородження», тобто підвищення процентного вмісту дорогоцінного металу в поверхневому шарі. Це досягається повторним відпалом з подальшим травленням і красуванням.

Накладання емалі. Промисловість випускає емаль у вигляді плит. Насамперед її необхідно перетворити на порошкоподібний стан. Порошок

повинен бути достатньо дрібним (до 0,01 мм), оскільки великі частинки важко розподілити рівним шаром по поверхні металу.

Непрозору емаль розтирають до тонкого порошку, а прозору до дрібних зерен, оскільки залежить сила світіння емалі. Однак дуже тонкий порошок після випалювання на виробках утворює каламутні плями (особливо це стосується прозорих емалей). Дуже важливо, щоб зерна були приблизно одного розміру, так як дрібні зерна почнуть плавитись швидше і встигають вигоріти до того, як почнуть плавитись більші за розміром зерна. В результаті колір емалі стає тьмяним, а іноді і брудним (особливо при прозорих емалях). Тому для видалення надмірно дрібних (пилоподібних) частинок, що утворюються при розмелюванні, промивають порошок водою. Розмелена емаль кілька разів збовтується у воді великі частки швидко осідають на дно, а дрібні, пилоподібні зливаються. У кожному випадку емаль повинна бути так відмита, щоб вода залишалася чистою. При глухій емалі вода може бути трохи каламутною. Емалевою масою заповнюють маленькі порцелянові чашки і відзначають номер емалі. Якщо емаль не всю використовують того ж дня, залишок зберігають у воді, щоб уникнути висихання. Чашки поміщають під скляний ковпак, щоб емаль не запилася.

На великих виробництвах емаль розмелюють на кульових млинах, а в лабораторіях її товчуть у ступках, виготовлених із міцних матеріалів (яшми, агата). Пести для ступок також роблять з каменю (яшми або агату), вставленого в дерев'яну рукоятку. Можна використати й скляні ступки та товкачі, правда, вони швидко дряпаються, але частинки скла, що потрапляють в емаль, не шкодять. Можна також користуватися фарфоровою ступкою. Існують два способи накладання емалі на виріб: ручний і машинний.

Ручний спосіб полягає в наступному: розмелену емаль розмішують з водою і у вигляді кашки накладають на виріб за допомогою кистей або спеціального інструменту – вузького металевого шпателя. Для розрівнювання шару емалі виріб трохи струшують. Ручний спосіб

зазвичай застосовується при накладенні емалі на невеликі поверхні складних конфігурацій та профілів.

Робота виконується у такому порядку. Вологим пензлем з порцелянової чашки беруть трохи емалі, наносять її на метал і розрівнюють легким постукуванням по краю виробу. На тонкі пластинки потрібно наносити емаль спочатку зі зворотного боку, тобто спочатку накладають контр емаль, дають їй трохи підсохнути, обережно повертають виріб і таку ж операцію роблять на лицьовій стороні. Як при перегородчастій, так і при виїмчастій емалі поглиблення або комірки повністю не заповнюють, оскільки деякі сорти емалі стають каламутними та тьмяними, якщо вони нанесені надто товстим шаром. Повна висота емалевого шару досягається шляхом поступового заповнення осередку і потребує іноді від двох до чотирьох послідовних випалів. При випаленні окремі фарби можуть змінювати колір: так, червона після багатьох випалів може стати чорною.

Після накладання емалі виріб ретельно просушують, так як при випаленні емалі вода, що залишилася, закипає і у виробі утворюється шлюб у вигляді бульбашок, порожнин і т.п. бажано випалити емалі безпосередньо після накладення емалі – необпалена емаль тендітна і неміцна. Спочатку видаляють (відсмоктують) воду, приклавши до краю виробу шматок пропускного паперу. Потім підготовлені предмети підсушують, поклавши їх на верх підігрітого муфеля, допоки порошок не стане сухим (перестане виділятися пара). Якщо при підсушуванні або при посадці в піч відпадає шматок емалі, сиру емаль додавати не можна, тому що на цьому місці виходять каламутні плями. Потрібно виправити це місце сухим емалевим порошком. Можна також обпалити весь предмет і виправити після випалу або ж зняти весь порошок і нанести його знову.

Випалення емалі. Обпалюють емалі при температурі 600-800°C. Найкраще застосовувати електричні печі з відкритими спіралями. Такі печі дуже продуктивні та економічні. Дрібні ювелірні вироби вміщують у звичайні електричні печі-муфелі лабораторного типу із закритою обмоткою.

Для випалу емалі можна використовувати також газове полум'я та інші джерела тепла. Однак у всіх випадках полум'я не повинно стикатися з емалевою поверхнею, оскільки кіптява, потрапляючи в емаль, може зіпсувати виріб. Тому зазвичай відкрите полум'я спрямовують на зворотній бік виробу.

Кожен предмет, який обпалюється в печі, необхідно поміщати на спеціальну підставку, від якості якої багато в чому залежить успіх випалу.

Підставка повинна відповідати таким вимогам:

- не змінювати форми під час нагрівання;
- не вступати в з'єднання з розплавленим емалевим покривом;
- не прилипати до емалі;
- не утворювати на своїй поверхні окалини.

Найкращі підставки виходять з нікель або нікелевих сплавів, а також із жаростійкої (хромонікелевої) сталі, оскільки вони при нагріванні менше деформуються та окислюються. Використовують також азбестові підставки, але їх можна застосовувати лише тоді, коли емаль не на поверхні, а всередині. На підставках із простої сталі при високому нагріванні утворюється калина, яка легко обсипається, вплавляється в емаль та залишає чорні плями. Щоб цього не відбувалося, застосовують старовинний випробуваний спосіб: підставки зі сталі ретельно натирають крейдою, щоб не утворилася окалина.

Різні емалі мають різні температури плавлення, тому, перш ніж приступити до накладання емалі на виріб, необхідно перевірити температурний діапазон плавлення найлегших і тугоплавких емалей, вибраних для роботи. Для цього на невелику пластину з того ж металу, що і сам виріб, накладають всі емалі, що підлягають випробуванню, і просушивши, починають нагрівати. Якщо діапазон температур розплавлення емалей невеликий, можна приступати до накладання емалей на виріб. Однак іноді в результаті проби виявляється, що легкоплавкі емалі вигорають за температури плавлення тугоплавких емалей. У такому випадку їх або зовсім виключають із виробництва, або роблять таким чином: спочатку накладають

і обпалюють усі тугоплавкі емалі, а потім додають недостатні кольори легкоплавких і обпалюють ще раз при нижчій температурі.

У міру нагрівання поверхня емалі вирівнюється і набуває склоподібного блиску. Після цього виріб швидко виймають з печі, і воно поступово охолоджується.

Існує порядок випалу виробів. Піч нагрівають до певної температури, куди на підставці спеціальними тигельними щипцями засувають у піч підсушений предмет. Спочатку емаль спікається в губчасту масу, робиться в'язкою, коли поверхня стає гладкою та червоною, виріб виймають із печі.

Оздоблення виробу. Якщо пласка пластина, витягнута з печі, викривилася, її потрібно виправити в розжареному стані. Для цього її обережно звільняють від окалини (якщо вона утворилася), кладуть на виправну плиту, притискають і випрямляють чистим шпателем. У випадках, коли після першого накладення та випалу емалі на виробі виявляються незначні дефекти – тріщини, бульбашки, оголені місця металу, їх виправляють: повторно наносять емаль, просушують і випалюють. Потім виріб остаточно відокремлюють, відбілюючи металеві ділянки виробу (вільні від емалевого шару), які в результаті випалу покриваються оксидною плівкою.

Відбілювання проводять у слабкому розчині сірчаної кислоти (15%), так як емалі, не стійкі до кислот, можуть потьмяніти і втратити яскравість і блиск. У минулому для відбілювання емалей з великим вмістом свинцю застосовували органічні речовини (квас, журавлину та ін.).

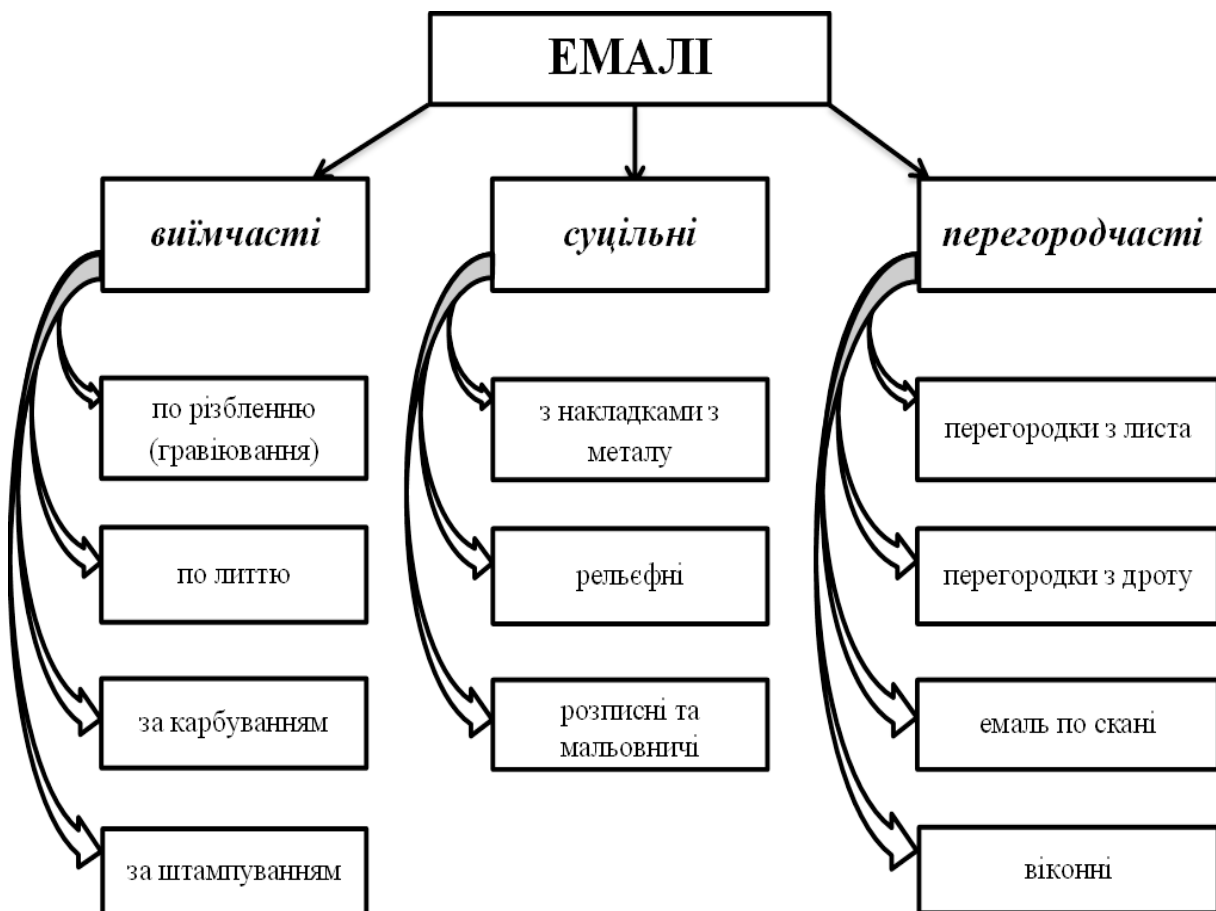
Класифікація емалей

Декоративне значення емалі в ювелірній справі різне. В одних випадках ефект досягається тим, що емаль вводять у композицію виробу у невеликій кількості у вигляді окремих колірних плям на загальному металевому фоні (виїмчаста емаль). В інших випадках емалі відводиться переважна роль, а металеві перегородки відіграють роль контурів, що розділяють емалі різних кольорів (перегородчасті емалі, емаль по скані).

Нарешті, емалю покривають виріб суцільно, а метал служить лише конструктивною основою, що обумовлює форму виробу (суцільні емалі).

Контраст кольору емалей з кольором металу посилює колорит та виразність виробу. Блиск і гра емалі, її переливи при зміні кута зору поживляють, надають рухливість, мінливість ювелірному виробу.

За технікою виконання:



5.6. Чорніння ювелірних виробів

Вид декоративного оздоблення, що полягає у накладенні на поверхню виробів легкоплавкого сплаву срібла, свинцю та сірки, а також інших компонентів. Цей метал називають черню. Найкраще піддаються чорнінню сплави срібла та золота. У першому випадку створюється сильний колірний контраст, що особливо прикрашає виріб. Мідні заготовки чорнити небажано, оскільки коефіцієнти усадки сплаву черні та міді мають невеликі відмінності, внаслідок чого при охолодженні чернь кришиться і відшаровується від поверхні. Чернь переважно є обробкою для виробів зі скла.

Технологія чорніння полягає у наступному. На виготовленому виробі прорізаються плоскі канавки глибиною до 0,3 мм (технікою карбування, гравіюванням, травленням або тисненням штампами). Ці поглиблення місця накладання черні.

Рецепти приготування черні (компоненти дано у масових частинах).

№ пп	срібло	мідь	олово	сірка	Вісмут	бура	свинець
1.	3	2					2
2.	3	1		3			
3.	1	2	3			6	
4.	1	3				6	3
5.	2	4.5		24		1	4.5
6.	2	5		24		1	3
7.	1	2		12		1	3
8.	1	5		24		4	7
9.	1	4.5		10.7		1	1.4
10.	1	2		10.7		1	1.4
11.	9	1		30	1		1

Існує кілька способів приготування черні. Відмінність їх у тому, що в одних випадках метали спочатку сплавляють між собою, а потім додають у сірку, в інших – спочатку одержують сірчисті метали і потім їх сплавляють.

1. У графітовому тиглі під шаром бури сплавляють срібло та мідь з додаванням потрібної кількості свинцю або олова. Розплав очищають від шлаку, вводять у нього сірку та інші компоненти, ретельно перемішують,

видаляючи шлак. Чистий розплав виливають у воду і дають охолонути; твердий сплав подрібнюють і повторюють плавку з додаванням бури і сірки до утворення однорідної маси. Чернь вважається якісним при триразовому повторенні плавки. Потім її знову подрібнюють і просівають через мале сито.

2. Кожен із металевих компонентів (срібло, мідь, свинець) змішують із сіркою та витримують у муфельній печі при температурі 300-400°C. Співвідношення срібла та свинцю із сіркою виражається як 5:1, міді із сіркою 3:1. Сірчисті сполуки кожного металу подрібнюють і беруть (у масових частинах): 1,1 сірчистого срібла, 4,5 сірчистої міді, 4,4 сірчистого свинцю. Суміш сірчистих сполук плавлять у тиглі при температурі 800°C. Не доводячи до повного нагрівання, в розплав вводять хлористий амоній (одна частина на 3,5 частини розплаву). Потім сплав виливають на підігріту чавунну плиту і дають охолонути.

Складові (частки): 1 срібла, 8 міді, 4 свинцю, 3,5 сірки, 2,8 хлористого амонію.

Добре подрібнений порошок черні розбавляють розчином бури, поташу та кухонної солі. Як флюс можна використовувати нашатирний спирт. Отриману кашку накладають на ділянки, підготовлені для чорніння і ущільнюють шпателем, надлишки прибирають. Виріб просушують, обпалюють у муфельній печі при температурі 300-400°C до повного розплавлення черні і піддають механічній обробці (обпилюють надфілями або напильниками надлишки черні, шабрють, полірують). При утворенні сколів або інших дефектів плавку повторюють із добавкою черні.

Чорніння сталевих виробів

Очищений та відшліфований виріб занурюють у ванну з концентрованим розчином гідрату оксиду нітриту та нітрату натрію, нагрітого до 129°C. Час обробки 7-10 хв. Потім виріб промивають і сушать.

ТЕМА 6. Електрохімічні методи обробки ювелірних виробів

6.1. Суть гальванізації.

Застосування електролітичних покриттів у ювелірній справі в порівнянні з хімічним оздобленням має низку переваг: підвищується антикорозійна стійкість, покращується зовнішній вигляд, декоративні, оптичні властивості виробу, твердість, зносостійкість, довговічність. У більшості випадків електролітичні покриття не вимагають додаткової обробки, дають велику економію витрати дорогоцінних та кольорових металів.

Гальваностегія – нанесення захисних або декоративних металевих покриттів на вироби електролітичним осадженням.

Сутність гальваностегії полягає в наступному. Розчинені у воді солі розпадаються на позитивні та негативні частки (іони). Якщо через розчин пропустити постійний електричний струм, іони, заряджені позитивно, спрямовуються до негативного електрода, а заряджені негативно, – до позитивного. Електрод, що є позитивним полюсом, називається анодом, а негативним – катодом. Оскільки іони металів є позитивним, то вони прямують до негативного полюса і осідають на виробі, який служить катодом.

Всі процеси гальванопокриттів протікають у гальванічних ваннах. Під гальванічними ваннами розуміють як ємність, в якій проходить процес, так і склад електроліту, що знаходиться в них. Ванни виготовляються з кераміки, емальованого чавуну та сталі, органічного скла, вініпласту та інших кислототривких матеріалів. Постійний струм для електролізу одержують від селенових та кремнієвих випрямлячів, щільність струму регулюється багатоступеневим трансформатором.

Перед покриттям поверхню виробу очищають (для міцнішого зчеплення основного металу з осадженням).



До *механічної* відносяться шліфування, полірування, красування та піскоструминна обробка виробів.

Мета *хімічної* обробки видалити з поверхні виробу після шліфування та полірування оксидну плівку – травленням, залишки флюсу – відбілюванням, жирові плівки та забруднення – знежиренням.

Для травлення міді та мідних сплавів використовуються наступні розчини: 5 л азотної, 1 л сірчаної кислоти та 50 г кухонної солі; суміш азотної та сірчаної кислот у рівних кількостях з добавкою 5-10% кухонної солі та невеликої кількості сажі. Сірчана кислота додається в азотну кислоту в кілька прийомів, розчин перемішують, охолоджують і вводять в нього сіль і сажу.

Відбілювання здійснюється слабким розчином сірчаної кислоти (5-15 г на 100 г води). Знежирення виконується в наступному порядку: виріб промивають у бензині, ацетоні, дихлоретані; протирають віденським вапном (щіткою); промивають у гарячому лузі протягом 5-10 хв (на 1 л гарячої води 10-20 г їдкого калі), а потім у гарячій воді.

Електрохімічна обробка дозволяє найбільш якісно очистити забруднені вироби. Застосовується для знежирення.

Виріб занурюють у розчин електроліту, анодом служить лист нержавіючої сталі. При проходженні струму іони водню рухаються до катода і механічно збивають частинки жиру з виробу, що обробляється.

До складу розчину входять: 1 л води, 15-25 г їдкого натру, по 15 г вуглекислого натрію та тринатрійфосфату, 3 г рідкого скла. Напруга 6-9 В, щільність струму 300-1000 А/м². Тривалість процесу 3-5 хв. Поверхні анода

та катода повинні бути приблизно рівними за площею. Мідь знежирюють у холодній, сталь – у нагрітій до 90-95°C ванні.

Недолік обробки полягає в тому, що водень поглинається металом, через що і останній стає крихким. Щоб запобігти цьому явищу, необхідно на кілька хвилин перемикає катод на анод (водень вийде з металу).

Гальваностегію широко використовують у ювелірній промисловості. Нанесення на вироби покриттів із золота, срібла, родію підвищує їх антикорозійну стійкість, зносостійкість та покращує декоративні якості.

Як електrolітичні покриття в ювелірній справі застосовуються міднення, латунування, нікелювання, хромування, сріблення, золочення і родування.

6.2. Міднення ювелірних виробів

Для антикорозійних цілей використовується рідко, оскільки мідь на повітрі легко окислюється (темніє, а потім чорніє).

Застосовується як підшар при багат шарових покриттях декоративного характеру в нікелюванні, хромуванні, срібленні, позолоченні, для декорування з наступним патинуванням. Міднення виробляють у ціаністих або сірчаноокислих ваннах.

Склад ціаністих електролітів: на 1 л води 106 г ціаністої міді, 90 г ціаністого калію, 50-80 г вуглекислого натрію.

Режим роботи: напруга 3-6 В, температура розчину 25-30°C. Щільність струму: для міднення цинку – 70-80 А/м², сталі – 100-150 А/м². У ціаністих ваннах отримують дуже тонкі шари міді (5-10 мкм), подальше нарощування відбувається в кислих ваннах, де процес протікає набагато швидше. Аноди виготовляють із чистої міді, відпалюють і протруюють в азотній кислоті (товщина 3-10 мм). Відстань між анодом і катодом (виробом) не менше 100 мм. Процес прискорюється, якщо поверхня анода більша за поверхню катода. Міднення починається через 0,5-1 хв. після занурення виробу, що обробляється, і закінчується через 15-30 хвилин.

Після десятихвилинної обробки виріб виймають, крацюють, знежирюють, промивають і знову опускають у ванну. Після закінчення процесу виріб ретельно промивають. Головним недоліком ціаністих ванн є їхня сильна отрута.

Сірчаноокислі електроліти неутруйні, прості за складом, стійкі у роботі. До їх складу входять 200-250 г мідного купоросу та 50-70 г сірчаної кислоти.

Режим роботи: температура розчину 18-20°C (без перемішування). Щільність струму 100-200 А/м².

Недоліком сірчаноокислих ванн є те, що облягати мідь безпосередньо на сталь не можна, тому що починається процес його травлення у сірчаній кислоті.

Латунування

Застосовується як самостійне декоративне та антикорозійне покриття і як підшар замість міднення.

Склад електроліту: 1 л води, 27 г ціаністої міді, 9 г ціаністого цинку, 54 г ціаністого натрію.

Режим роботи: робоча температура електроліту 20-40°C, щільність струму 10-30 А/м². Аноди виготовлені з латуні.

6.3. Нікелювання та хромування ювелірних виробів

Нікелювання служить як захисно-декоративне покриття. Товщина останнього залежить від місця експлуатації виробу або умови роботи: за легких умов (закрите, сухе, тепле приміщення) підшар міді – 10 мкм, нікелю – 5 мкм; при середніх (відкрите повітря) підшар міді – 20 мкм, нікелю – 10 мкм. Найміцніше нікелювання утворюється на міді та латуні, для інших металів застосовують багат шарові покриття.

Склад електроліту: на 1 л води 140 г сірчаноокислого нікелю, 30 г сірчаноокислого магнію, 50 г сірчаноокислого натрію, 20 г борної кислоти, 5 г хлористого натрію.

Режим роботи: робоча температура електроліту 20-30°C, щільність струму 100 А/м². Швидкість осадження 1 мкм – 5 хв.

Хромування найпоширеніший вид покриття. Пояснюється це тим, що твердість хромових покриттів перевершує твердість загартованої сталі. Хромовані вироби мають підвищену жаростійкість, стійкі проти хімічної корозії, набувають нових декоративних властивостей: холодний сіро-блакитний колір з гарним блиском.

Технологія гальванопокриттів хромом найскладніша. Слабка розсіююча здатність електроліту веде до поганого хромування, тому необхідно підтримувати високу щільність струму 3500-6000 А/м², а замість розчинних застосовувати нерозчинні аноди (свинцеві або свинцево-сурм'яні).

У декоративних цілях застосовують хромування до 1 мкм по мідно-нікелевому підшару: шар міді ціаністої – 3 мкм, шар міді кислої – 12 мкм, шар нікелю – 10 мкм. Мідно-нікелевий підшар перед хромуванням ретельно шліфують.

Склад електроліту: 300-350 г хромового ангідриду та 3-3,5 г сірчаної кислоти.

Режим роботи: робоча температура розчину 40°C, щільність струму 1500-2000 А/м². Сумарна поверхня анодів повинна бути меншою від поверхні катодів у 2 рази.

6.4. Сріблення ювелірних виробів

Застосовується як підшар при родуванні. Покриваються вироби з недорогоцінних металів у декоративних цілях. Товщина покриття залежить від призначення: для столових приладів 15-30 мкм, для ювелірних 60-100 мкм. Осадження срібла проводять у ціаністих та безціаністих ваннах.

Склади ціаністого електроліту:

- на 1 л води 30-35 г ціаністого срібла, 30-40 г ціаністого калію.

Режим роботи: температура електроліту 18-25°C, щільність струму 30-100 А/м²;

- на 1 л води 33-39 г хлористого срібла, 20-35 г ціаністого калію.

Режим роботи: температура електроліту 15-25°C, щільність струму 50-100 А/м²;

- на 1 л води 40-50 г азотнокислого срібла, 20-35 г ціаністого калію.

Режим роботи: температура електроліту 18-25°C, щільність струму 30-100 А/м².

Для сріблення в ціаністих електролітах застосовують перемінний струм.

Склад безціаністого електроліту: на 1 л води 6-8 г хлорного срібла та по 18 г жовтої кров'яної солі та кальцинованої соди.

Режим роботи: температура розчину 18-25°C, щільність струму 10-30 А/м². Аноди – вугільні або із чистого срібла.

Нарощування ведуть у два-три прийоми. У проміжках виріб обробляють крацівкою зі слабким розчином поташу і промивають у проточній воді. Перед срібленням деталі амальгамують (покривають ртуттю: 50 г азотнокислої ртутті на 10 л води). Зберігають електроліт у темряві або при червоному світлі. Колір обложеного срібла – сніжно-білий.

6.5. Золочіння ювелірних виробів

Виробляють із метою реставрації старих прикрас. Це найкрасивіший і найдорожчий спосіб обробки виробів. Позолоченню піддають ювелірні вироби зі срібла, золота та недорогоцінних металів. Товщина покриття 2 мкм. Його твердість перевищує твердість литого золота більш ніж 2 рази.

Склад ціаністого електроліту (блискучого): на 1 л води 15 г ціаністого калію, 2 г металевого золота, 0,2 г олеату натрію – блискучої добавки, 80-100 г поташа.

Режим роботи: робоча температура ванни 50-60°C, щільність струму 50-60 А/м². Час обробки 5-10 хвилин. Сушать вироби в сушильних шафах при температурі 70-110°C.

Склад безціаністого електроліту: на 1 л води 2-3 г хлорного золота, по 7,5 г жовтої кров'яної солі та кальцинованої соди.

Режим роботи: робоча температура 60-80°C, щільність струму 10-20 А/м². Аноди – чисте золото, платина, вугілля.

6.6. Родіювання ювелірних виробів

Надає ювелірним виробам високі оптичні властивості, гарний зовнішній вигляд, зносостійкість та хімічну стійкість. Твердість електролітичного родію у 8-10 разів вища за металургійний. Покриття родієм не вимагають попереднього нанесення підшару на вироби з міді, латуні, мельхіору, нікелю, срібла, золота, платини, паладію та їх сплавів. Осадження родію на поверхні виробів відбувається в електролітах, що містять велику кількість кислоти. Для покриттів використовують сірчаноокислі та фосфорноокислі електроліти. Сірчаноокислі мають велику розсіювальну здатність, мало чутливі і менш схильні до забруднень, ніж фосфорноокислі.

Склад сірчаноокислого електроліту: на 1 л води 45-90 г сірчаної кислоти, 2-4 г металевого родію.

Режим роботи: температура ванни 30-40°C, щільність струму 80-150 А/м². Для покриття шаром 0,3-0,5 мкм час електролізу 4-6 хвилин. Як аноди застосовують – платинові пластинки, що в 5 разів перевищують площу катода.

Склад фосфорноокислого електроліту: на 1 л води 50 г ортофосфатної кислоти, 2 г металевого родію.

Режим роботи: робоча температура електроліту 18-20°C, щільність струму 30-100 А/м². При підвищенні температури електроліту до 40-60°C щільність струму збільшується до 300-500 А/м².

Після покриття родієм виріб промивають у двох ваннах з уловлювачем (у дистильованій та гарячій воді), потім в етиловому спирті і сушать при температурі 100°C у сушильній шафі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Посилання на інтернет-ресурс
https://nmetau.edu.ua/file/13_rozdil_splavi_dlya_yuvelirnogo_litnya.pdf
2. Маняк М.О., Бредихін В.М., Гольцова М.В., Ішаїєв В.С., Пожусв В.І., Червоний І.Ф., Грицай В.П. Металургія кольорових металів. Частина 4. Металургія благородних металів. Підручник / Під ред. доктора технічних наук, професора Червоного І.Ф. - Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2009. - 548 с.
3. Сігарьов Є. М. Практикум з дисципліни «Металургія кольорових металів та сплавів» : Навчальний посібник / Є. М. Сігарьов, М. А. Кащєєв — Кам'янське : ДДТУ, 2018. — 112 с.
4. Посилання на інтернет-ресурс
<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/20374/1/%D0%A1.%D0%9C.%20%D0%9A.%D0%BE%D1%82%D0%BB%D1%8F%D1%80.pdf>
5. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва: Навч. посібник / А.М. Верховлюк, А.В. Нарівський, В.Г. Могилатенко / За ред. академіка НАН України В.Л. Найдека. – К.: Видавничий дім “Вініченко”, 2016. – 224 с.
6. Посилання на інтернет-ресурс <https://jak.bono.odessa.ua/articles/osnovi-tehnologii-emaIjuvannja-metaliv.php>
7. Афтандіянц Євгеній Григорович, Зазимко Оксана Володимірівна Лопатько Констатин Георгієвич Матеріалознавство: Підручник. К.: Вища освіта, 2012.- с 548.
8. Бузило В.І. Матеріалознавство : навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, М 34 А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243с .