

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт з дисципліни

**“Художня обробка, технологія збирання та реставрації  
художніх виробів ”**

для студентів спеціальності 136 “Металургія”, спеціалізації “Ливарне  
виробництво чорних і кольорових металів” освітнього ступеня  
бакалавр усіх форм навчання

**2022**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Художня обробка , технологія збирання та реставрації художніх виробів” для студентів спеціальності 136 “Металургія“, спеціалізації “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів” освітнього ступеня бакалавр усіх форм навчання /Укл.: В.Г.Іванов , Є.І. Івахненко. Запоріжжя: НУ ЗП, 2022. - 54с.

Укладачі: В.Г.Іванов, доцент, д.т.н.  
Є.І.Івахненко, доцент, к.т.н.

Рецензент: Є. М.Парахневич, доцент, к.т.н.,

Відповідальний за випуск: В.Г.Іванов, доцент, д.т.н.

Затвержено  
на засіданні кафедри  
“Машини і технологія  
ливарного виробництва”  
Протокол №6 від 27.01.22

Рекомендовано  
до видання НМК інженерно-  
фізичного факультету НУ ЗП.

Протокол №6 від 04.02.22

## ЗМІСТ

1. Лабораторна робота №1 “Гравіювання поверхні металу.”.....	4
2. Лабораторна робота №2 “Гаушировка (насічка) поверхні випливів.”.....	13
3. Лабораторна робота №3 “Карбування поверхні металу.”.....	18
4. Лабораторна робота №4 “Технологія збирання художніх виробів паянням”.....	30
5. Лабораторна робота №5 “Технологія збирання художніх виробів зварюванням”.....	34
6. Лабораторна робота №6 “Основи реставрації художніх виробів”.....	40
7. Перелік посилань.....	58

## 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

### ГРАВІЮВАННЯ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ

**1.1 Мета роботи:** ознайомитись з технологією гравіювання поверхні металу. Набути навичок користування гравіювальним інструментом.

#### 1.2 Загальні відомості

Гравіювання - один з найдавніших способів художньої обробки металу. Сутність гравіювання полягає у нанесенні лінійного малюнка чи рельєфу на матеріал за допомогою спеціальних різців-штихелів, гравіювальних голок, гладилок та шаберів (рис. 1.1 - 1.3).

Технологія художнього гравіювання поділяється на:

- а) площинне гравіювання (двомірне), для обробки поверхні металу;
- б) обронне гравіювання (трьохмірне), для роботи з об'ємом металу;

При площинному гравіюванні здійснюється декорирування поверхні виробу шляхом нанесення контурного малюнка, візерунка чи складних портретних, багатofігурних, тіньових композицій. Гравіюванням прикрашають як плоскі, так і об'ємні вироби.

Обронне гравіювання - це спосіб при якому штихелем формується рельєф і навіть скульптурна композиція. Використовують два варіанти обронного гравіювання: опукле (позитивне), коли малюнок рельєфу вище фона (фон заглиблено, знято); заглиблене (негативне) гравіювання, коли малюнок чи рельєф формується внутрішнє.

Розрізняють ручне гравіювання та механічне. При механічному гравіюванні використовують спеціальні пристосування та гравіювальні машини, які в свою чергу поділяють на два типи. В одному випадку гравіювальник сам керує рухом різця (бормашина, копір, станок Посалюкс), а в іншому - різець пересувається за допомогою спеціального шаблона, автоматично (пантограф). В станках використовуються спеціальні різці-фрези (рис. 1.4).

### 1.3 Гравіювальний інструмент та його використання

Основним інструментом для всіх видів ручного гравіювання є штихель. Загальна довжина штихеля складає від 100 до 180 мм (рис. 1.1) його виготовляють з високоякісних швидкорізальних сталей марки Р9М4К8, а також з інструментальних вуглецевих марок У7, У8, У10А та інших. Штихель добре загострюють і шліфують.

Використовують наступні основні типи штихелів:

Шпицштихель - гострий різець (рис.1.5а, б). Його бокові сторони трошки вигнуті і ширина складає 1-4 мм. Загострення різця може змінюватись. Використовують для виконання більшості гравіювальних операцій: оконтурювання малюнка, підрізки кутів та ін.

Мессерштихель - ножовий різець (рис. 1.5 в). У поперечному розрізі має форму гострокутного трикутника. Виконують надтонкі лінії великої глибини: на площинці шириною 1 мм можна провести до 10 ліній.

Фасетштихель - фасетний різець (рис. 1.5 г). Має паралельні бокові стінки, а різальні поверхні зустрічаються під кутом 100°. Ширина стінки складає 1,5-3 мм і дозволяє проводити лінії широкі але незначної глибини.

Юстирштихель - юстирований різець (рис. 1.5 д). Бокові сторони різця вигнуті і на перерізі формують гострий овал. Використовують для юстировки оправних царг при встановленні коштовного каменя в ювелірній виріб.

Флашштихель - плоский різець (рис. 1.5 е, ж). Виготовляють таким чином, щоб спинка різцю і робоча частина були паралельні. Робоча частина штихеля може бути розширена чи звужена відносно розміру стінки і складає від 0,2 мм до 5 мм. Використовують для виготовлення широких і плоских ліній, а також для вирівнювання площинок на поверхні виливка.

Болштихель - напівкруглий різець (рис. 1.5 з, і). Робоча частина штихеля має напівкруглу форму і досягає розмірів від 0,1 мм до 5 мм. Застосовується при гравіюванні заглиблень, виготовленні круглих чи напівкруглих ліній, а також для доробки прикрас.

Фаденштихель - нитяний різець (рис. 1.5 к). За формою схожий на плоский різець, але на робочій поверхні має багато повздовжніх жолобків. Використовується для декоративного оформлення поверхні і придання зображенню виразності.

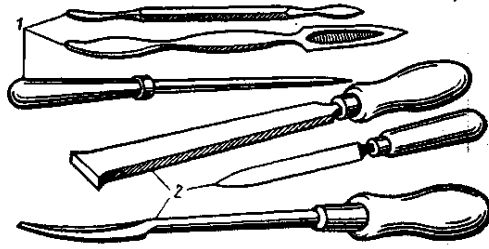


Рисунок 1.1 – Гладилки (1) та шабери (2)

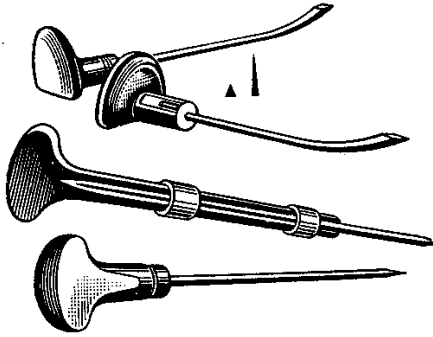


Рисунок 1.2 - Штихеля

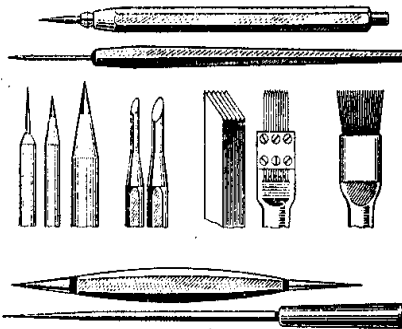


Рисунок 1.3 – Гравіювальні голки

При обронній роботі крім штихелів використовують зубила. Рубати зубилом метал зручніше, а ніж різати. Виготовляються вони з сталених стрижнів товщиною від 6 до 10 мм та довжиною від 120 до 150 мм і називаються відповідно штихелям - шпигзубило, флахзубило, болзубило та інш. Крім зубил та штихелів до ручного гравіювального інструменту відносять: керн (використовується для розмітки поверхні), карбуни (використовуються для вирівнювання фона), рифльовки, надфілі та напильники різних форм (використовують для опорядження поверхні металу).

#### **1.4 Різновиди гравіювальних робіт**

Процес гравіювання для площинного та обронного видів складається з наступних основних операцій: а) підготовчі операції; б) виконання гравіювання.

При площинному гравіюванні здійснюється підготовка малюнка і метала на якому будуть виконувати художню обробку. Малюнок для переводу на метал виконують на папері в натуральну величину. Всі тональні та тінюві переходи даються штрихами чи крапками.

Поверхня металевого вироба дуже якісно готується (вирівнюється, шліфується та інш.) і повинна бути матовою (шліфована), а не блискучою (полірована). При необхідності поліровку фона малюнка роблять після гравіювання.

Для переносу малюнка на поверхню металу її покривають тонким шаром білої акварельної фарби чи гуаші. Накладають на поверхню копіювального паперу малюнок. Тонко загостреним олівцем роблять обводку малюнка. Отриманий на поверхні таким чином відтиск малюнка покривають прозорим лаком для збереження ліній під час роботи.

При обронному гравіюванні обмежуватись тільки малюнком не можна. Обов'язково необхідна модель виробу, яку виконують в гіпсі чи пластиліні. На поверхню, яку покриває біла акварель наносять тонкий шар воску чи пластиліну. Попередньо підготовлений малюнок, який виконано на кальці накладають на поверхню виробу лицьовою стороною і притирають рукояткою штихеля. Під час накладання враховується необхідність дзеркального відображення малюнку. Після притирки знімають кальку, де на поверхні залишається відтиск олівцевого малюнка.

Підготовлений виріб закріплюється на дошці за допомогою сургуча чи каніфолі або затискується спеціальними колодками.

Виконання гравіювання починається з оконтурювання малюнка голкою чи шпичстихелем. Наступна операція полягає у виборі фона, який роблять флашстихелем чи флашзубилом з додатковим використанням болштихеля. Після обробки всього поля до необхідної глибини починають обробку рельєфа з використанням всього набору інструментів. При необхідності виготовлене зображення перевіряють пластиліном, шляхом порівняння зробленого відтиску з оригіналом. Кінцеве опорядження виробу проводиться шляхом шліфування та полірування поверхні металу.

Останнім часом гравіювальники широко використовують машини в своїй роботі. Машина дозволяє точно дотримуватись співвідношення форми малюнку і виконувати складні операції гильошировки та рифлення поверхні (рис. 1.6).

### **1.5 Інструмент, пристосування, матеріали**

- 1 Заготівка металу.
- 2 Набір стихелів, зубил, надфілів, напильників.
- 3 Пристосування для закріплення виробу: дошка чи утиснювальна колодка.
- 4 Малюнок, копіювальний папір, олівець.
- 5 Віск чи пластилін.

### **1.6 Порядок проведення роботи**

- 1 Визначитись, який буде характер поверхні гравіювання.
- Зробити модель виробу.
- 2 Виготовлений виріб закріплюємо на дошці чи затискуємо у колодку.
  - 3 На попередньо підготовлену поверхню (пофарбовану гуашцю, відшліфовану) накладаємо аркуш копіювального паперу і зверху закріплюємо малюнок.
  - 4 Зробити перебивання малюнку олівцем.
  - 5 Знімаємо з поверхні металу малюнок і контролюємо якість його перебивання.



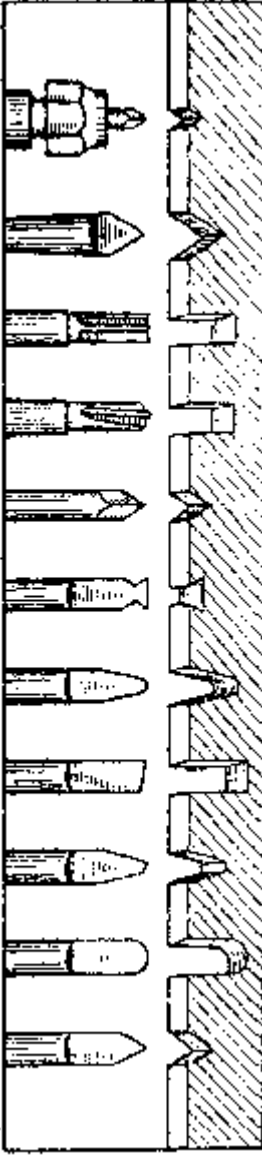
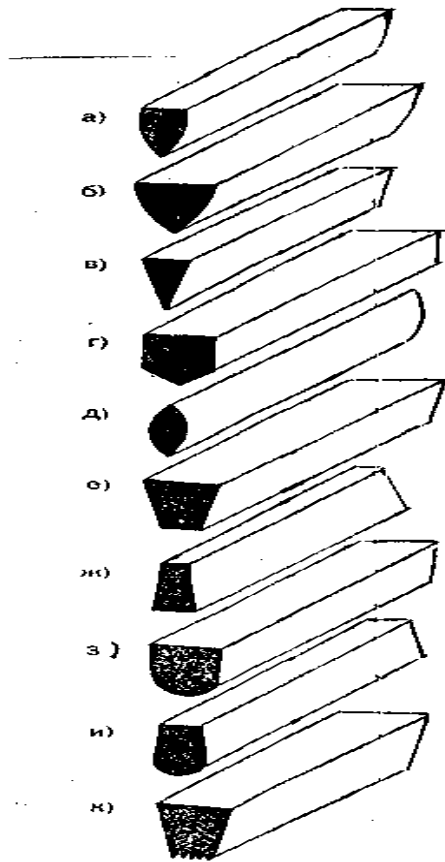
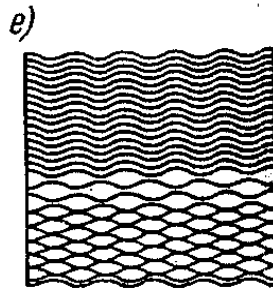
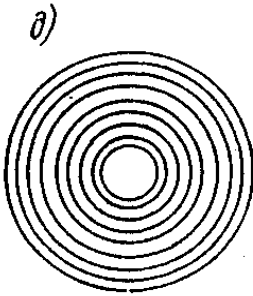
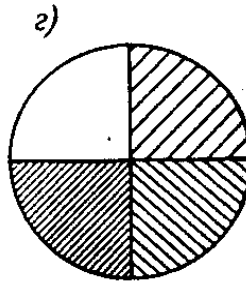
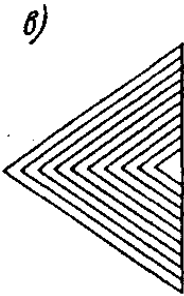
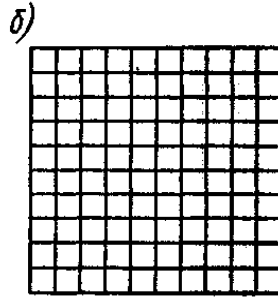
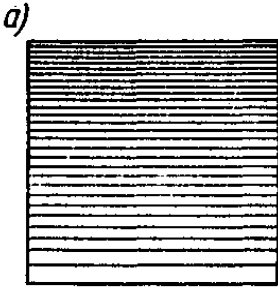


Рисунок 1.4 - Різці-фрези для механічного гравіювання поверхні виливків



- а) шпицштихель; б) широкий шпицштихель; в) мессерштихель; г) фасетштихель;  
 д) юстирштихель; е) флашштихель; ж) зворотній флашштихель; з) болштихель;  
 і) зворотній болштихель; к) фаденштихель.

Рисунок 1.5 – Основні типи штихелів



а) – д) – гильошировка; е) – рифления  
Рисунок 1.6 – Тест гравіювальника

6 Зробити оконтурювання копії зображення шпичштихелем чи гравіювальною голкою.

7 Зробити виборку фона з використанням флахштихеля.

8 Зробити обробку рельєфа з використанням штихелів необхідної форми, надфілей, карбунів та рифльовок.

9 Готовому виробу зробити опорядження.

10 Продемонструвати виріб викладачеві.

### **1.7 Зміст звіту**

1 Викласти мету роботи.

2 Дати короткий опис технології гравіювання.

3 Зробити малюнок для гравіювання і схематично показати місця застосування відповідного інструменту.

4 Зробити висновок по роботі.

### **1.8 Контрольні запитання**

1 Гравіювання поверхні металу. Види гравіювальної обробки металу.

2 Основний інструмент, який використовується для гравіювальних робіт, його призначення та техніка використання.

3 Допоміжний інструмент гравіювальника, його призначення та використання.

4 Площинне гравіювання, особливості технології.

5 Обронне гравіювання, особливості технології.

6 Можливості гравіювальної обробки поверхні металу у поєднанні з іншими видами обробок.

## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### ТАУШИРОВКА (НАСІЧКА) ПОВЕРХНІ ВИЛИВКІВ

**2.1 Мета роботи:** ознайомитись з технологією таушировки поверхні металу. Набути навичок застосування цієї технології.

#### 2.2 Загальні відомості

Таушировка – стародавній вид художньої обробки поверхні металу. Використовується для декорирування художніх виробів, побутових предметів, різних видів зброї (мечей, шоломів, щитів та ін.).

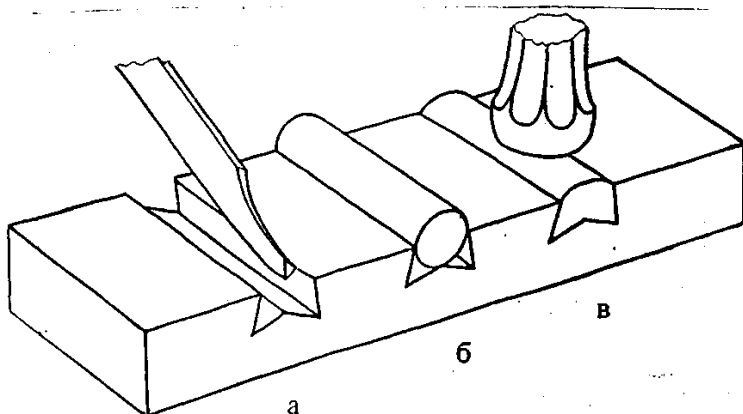
Сутність процесу полягає в тому що надтонкий орнамент (малюнок) з коштовного металу ( золота, срібла ) набивається (насікається) в поверхню металевого виробу невеликим молотком. Метал орнаменту утримується за рахунок сформованих заглиблень на поверхні виробу (Рис.2.1).

Розрізняють наступні види таушировки:

- а) врізна таушировка (інкрустація )
  - 1) малюнок вирізається штихелем;
  - 2) малюнок вирубуюється зубилом
- б) набивна чи поверхнева таушировка (насічка)
  - 1) стрічкова таушировка;
  - 2) таушировка волоченим дротом;
  - 3) листова таушировка з розсічкою;
  - 4) таушировка з наступною наводкою

При врізній таушировці поверхні виробу гравіюється заглиблений малюнок. Стінки цього заглиблення підрізаються всередину (піднутрюються) для того щоб орнамент міцніше тримався. Глибина малюнка складас 1-1,5 мм. Використання штихеля при таушировці поверхні металу дозволяє точно виконати фрагменти майбутнього малюнка з високою чистотою контура.

Окремі деталі готової композиції кладуть на підготовлені для них заглиблення і обережно вбивають невеликим молотком у рівень з фоном. Робота закінчується поліруванням поверхні всього виробу.



- а – вирізка заглиблення штихелем;  
 б – укладання дротику;  
 в – посадка дротика молотком

Рисунок 2.1 - Таушировка (інкрустація) поверхні металу

Виконання заглиблень під таушировку за допомогою зубила здійснюється шляхом вирубування металу. Ця технологія значно простіша у виконанні ніж попередня. Різати тверду сталеву поверхню деяких виробів (наприклад: клинок шаблі з булатної сталі ) дуже важко, а рубати значно легше і швидше. Однак малюнок, виконаний технікою вирубування, трошки спрощений, його контури не мають достатньої чіткості. Для усунення цих недоліків, майстер не забиває метал до кінця, а робить його трошки вище фону. Така техніка надає контуру малюнка більшої пластичності та ефектності. Подальша обробка готового виробу теж обумовлює застосування кінцевої операції – полірування.

Набивна таушировка – насічка відрізняється від інкрустації відсутністю технології вирізання заглиблень під малюнок. Метал малюнка (орнаменту) безпосередньо набивається на поверхню виробу, яка попередньо насакається зубилом. Насічку роблять суцільною мілкою сіткою чи канавками та пунктирними штрихами у відповідності з лініями малюнку. Грані насічки необхідно піднімати, щоб вони формували гострі заусениці. Для звичайної суцільної насічки використовують плоске зубило, довжиною 80-100 мм, яке

виготовлено з квадратного прутка перерізом 4x4 мм. При пунктирній насічці робочий кінець зубила загострюється. Заздалегідь підготовлені деталі композиції насікаються в поверхню молотком.

Особливості стрічкової таушировки пов'язані з використанням тонких штабок прямокутного перерізу, відрізаних від золотого або срібного листа. Ширина і товщина таких стрічкових штабок не перевищує 0,2-0,3 мм.

Готові стрічки, після подальшої підготовки насікаються в поверхню металевого виробу. Ця техніка потребує величезної праці майстра, але надає художньому виробу яскравої виразності.

Таушировка волоченим дротом значно відрізняється від стрічкової насічки. При цьому методі нема необхідності заздалегідь виготовляти елементи малюнку. Готовий дротик прямо з молотка вбивається у підготовлену насічку і формує одну нитку візерунка. Товщина дротика складає від 0,15 до 0,30 мм.

Останнім часом техніка виготовлення заглиблень удосконалюється. Заглиблення під майбутній малюнок виготовляють травленням металу розчином кислот, з подальшою доробкою штихелем чи карбуном.

Листова таушировка з розсічкою майже нагадує техніку інкрустації. Малюнок, цілком чи по частинам вирізається з листового металу, але заглиблення під нього не робиться. Він накладається на підготовлену насічкою поверхню і вбивається молотком у гострі заусенці. Для більш щільного закріплення малюнка його контур розсікається зубилом, трошки притупленим. Заглиблення від розсічки надають всій роботі чіткий, підкреслений характер.

Таушировка з наступною наводкою передбачає додаткове застосування унікальної техніки художньої обробки металу – наводки. Процес застосування цієї технології обумовлює використання золотої чи срібної амальгами – тістоподібної речовини у виді суміші металу (золота, срібла ) та ртуті. Особливість полягає в тому що зверху виготовленої інкрустації чи насічки наносять золоту амальгаму для нарощування рельєфу. Така операція надає малюнку своєрідний ефект нанесення його пензлем. Після нанесення амальгами виріб нагрівають для випарювання ртуті. При необхідності операцію повторюють.

Матеріалами для таушировки крім золота, срібла, мельхіора можуть бути і звичайні кольорові метали та їх сплави ( мідь, латунь та інш. ). В останній час введена технологія насічки малюнка на

сталі алюмінієм. Алюмінієвий дротик добре тримається в насічці та легко полірується. Виріб з таких матеріалів нагадує насічку сріблом.

### **2.3 Інструмент, пристосування та матеріали**

- 1 Заготовка металу.
- 2 Інструмент для гравіювання заглиблень під малюнок (штихель, зубило, молоток).
- 3 Мідний чи алюмінієвий дротик ( товщина 0,15-0,30мм) для таушировки.
- 4 Пристосування для закріплення виробу (утиснювальна колодка, тиски).
- 5 Малюнок, копіювальний папір, олівець.

### **2.4 Порядок проведення роботи**

- 1 Визначитись, який буде характер малюнку і вибрати відповідний вид таушировки.
- 2 Виготовляємий виріб закріпити, використовуючи утиснювальну колодку чи тиски.
- 3 На попередньо підготовлену поверхню (відшліфовану і пофарбовану гуащцю) накладаємо аркуш копіювального паперу і зверху закріплюємо малюнок.
- 4 Зробити перебивання малюнку олівцем.
- 5 Використовуючи шпицштихель зробити заглиблення з підрізкою в середину (піднутрення) при окантурюванні малюнка.
- 6 Зробити набивання дротику в порожнини заглиблень молотком.
- 7 Провести опорядження поверхні готового виробу.
- 8 Продемонструвати виріб викладачеві.



## **2.5 Зміст звіту**

- 1 Викласти мету роботи.
- 2 Дати короткий опис технології таушировки.
- 3 Зробити малюнок для таушировки поверхні і схематично показати місця застосування відповідного інструменту.
- 4 Перелічити весь інструмент, який використовувався під час роботи.
- 5 Зробити висновок по роботі.

## **2.6 Контрольні запитання**

- 1 Таушировка. Сутність процесу.
- 2 Види таушировки і особливості її проведення.
- 3 Інкрустація поверхні метала виливка.
- 4 Насічка поверхні метала виливка.
- 5 Можливості техніки таушировки у поєднанні з іншими видами художньої обробки поверхні метала виливків.

### 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

#### КАРБУВАННЯ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ

**3.1 Мета роботи:** вивчити технологію карбування металу, інструмент, що використовується та пристосування. Набути навичок з застосування цієї технології.

#### 3.2 Загальні відомості

Карбування - один з найдавніших видів художньої обробки металу. Дозволяє виконувати вироби різні по своєму художньому принципу. Виконуються рельєфні, орнаментальні, фігурчасті композиції, лінійно-графічні двомірні рішення та об'ємно-скульптурні (трьохмірні) вироби.

Сутність процесу карбування полягає в обробці матеріалу тисненням, за допомогою спеціального металевого стрижня - карбун. Карбун ставиться вертикально і по верхньому кінцю інструмента наносять удар молотком. Після удару нижній робочий кінець (бій) залишає на матеріалі відтиск (рис. 3.1). Поступово переміщуючи карбун, після його ударів, матеріалу надають бажану форму (рельєф). Художнє карбування поділяється на два види:

- а) карбування з листа;
- б) карбування по литтю чи оброну

У першому випадку тільки завершують художню форму, яку раніше вже отримали литвом, металопластикою та інш.

Матеріал для карбування повинен мати високу пластичність, здатність деформуватись під дією зовнішніх сил та давати остаточну деформацію. Найбільш часто для карбування використовують наступні метали і сплави:

а) чорні метали: м'яка маловуглецева сталь (до 0,1%С) попередньо відпалена та протравлена (декапір); хромонікелеві сталі – аустенітні, феритні, аустеніто-феритні та інш.;

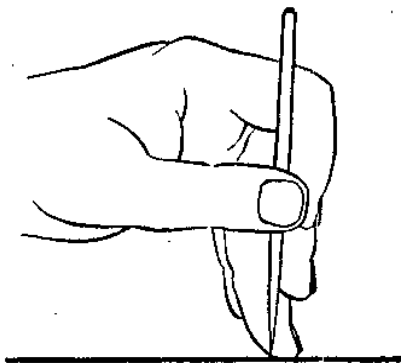


Рисунок 3.1 – Положення карбуна при нанесенні рельєфу

б) кольорові метали і сплави: червона мідь, латуні (сплави міді з цинком до 50% та домішками алюмінію, заліза, марганцю) після обов'язкового низькотемпературного відпалу (200-300°C), нікелеві сплави - мельхіор - 81%Cu, 19%Ni та нейзильбер – 65%Cu, 13-45% Zn, 5-35% Ni; алюміній марок А0, А5, А7, бронзи БрО10, БрО10Ц2, БрА9ЖЗЛ, а також дорогоцінні метали - золото, срібло, платина та їх сплави.

### **3.3 Процес карбування металу з використанням спеціального інструмента**

Процес карбування металу здійснюється з використанням спеціального набору карбунів, молотка, напильників, шаберів, надфілів, а також бормащини з сталевими та абразивними шарошками.

Основу цього інструменту складають карбуни (рис. 3.2). Карбун умовно поділяється на три частини:

- а) верхній кінець карбуна;
- б) остов карбуна;
- в) нижній кінець (бій)

Остов, як правило виконується восьмигранним (іноді круглим), трошки потовщеним в середині і звуженим на кінцях. Переріз

восьмигранника виконується прямокутним і робоча частина спрямована відповідно більшій стороні прямокутника. При такому перерізі легше керувати карбуном, який має більшу стійкість і запобігає виникненню вібрації.

Бойова частина розхіднику (рис. 3.2 а) має розплюшену, трошки загострену форму і відтворює на матеріалі контур малюнка у вигляді заглибленої безперервної лінії. Обводка лінії розхідником здійснюється крізь копіювальний папір. Розхідники бувають прямі та напівкруглі (рис. 3.3). Для обводки кривих ліній з різним радіусом закруглення використовують напівкруглі розхідники.

Лощатники являють собою групу карбунів які мають плоску (чи фактурну) поверхню і використовуються для рівняння (лощення) поверхні, опускання фона (рис. 3.2 б) та надання фактурного малюнку. Фактура на робочу поверхню лощатника наноситься надфілями, напильниками, карбунами (канфарник, пурошник, розхідник) із наступним шліфуванням поверхні.

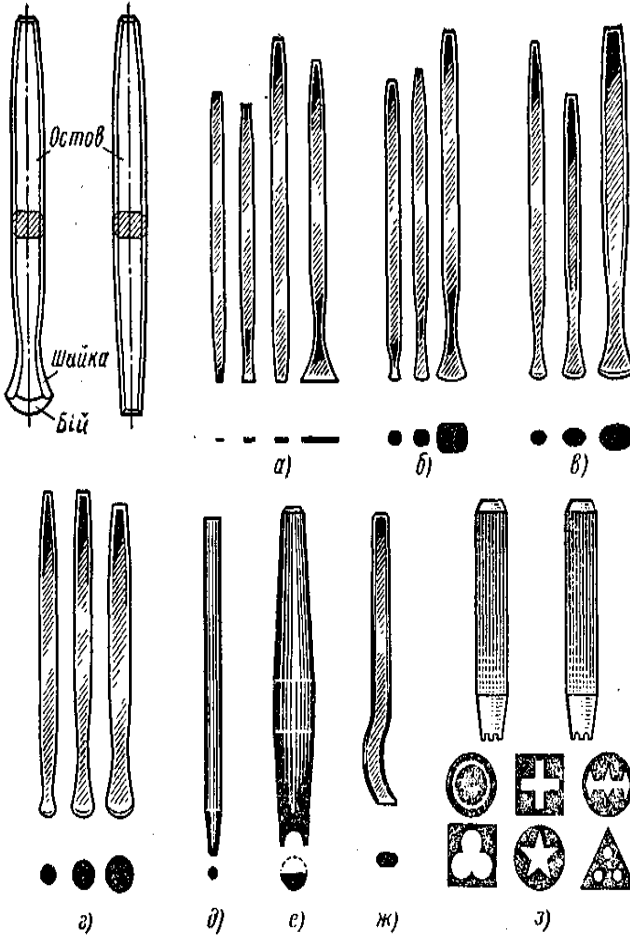
Карбуни з довгастим, овальним боєм називають бобошниками (облими карбунами). Застосовуються для вибивання опуклого рельєфу і дозволяють зробити найбільшу витяжку рельєфу (рис.3.2 в).

Поручники (пурошники) - спеціальні карбуни з сферичною формою з різним радіусом округлення. При ударі надають поверхні сферичне заглиблення (рис. 3.2 г).

До спеціальних карбунів ще відносять карбун-трубочку (обтиска) та чобіток. Карбун-трубочка має у нижній частині (рис. 3.2 е) угнуту полусферичну форму. При ударі, на поверхні карбун залишає відбиток кульовидної форми. Карбун-чобіток (рис. 3.2 ж) використовується для формування піднутрень на рельєфі та карбування глибоких та вузьких зон поверхні вилівка.

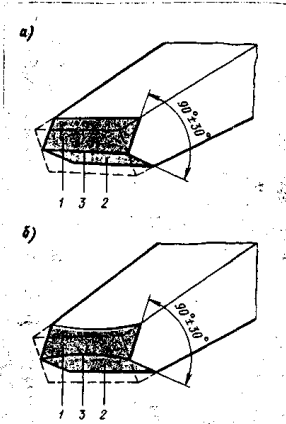
Для карбування великої кількості однакових деталей зображення, використовують фігурчасті карбуни чи пуансони (рис. 3.2 з). На робочій частині цих карбунів гравіювальною технікою виконують фрагменти орнаменту (квіти, листя, завитки та інш.). При роботі пуансоном, тиснення поверхні металу здійснює вся робоча частина, тому малюнок на ній розташовують строго по осі.

Канфарники - карбуни з загостреним кінцем по формі тупої голки (рис. 3.2 д). Використовують для перебивання малюнку з папера, а також для обробки фона крапками (канфарення).



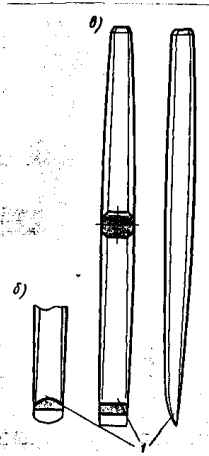
а) розхідник; б) лощатник; в) бабошник; г) пуросник; е) трубочка;  
 д) канфарник; ж) чобіток; з) фігурчасті карбуни

Рисунок 3.2 – Різновиди карбунів



а-прямий розхідник;  
б-напівкруглий розхідник;  
1,2-грані карбуна;  
3-ребро карбуна

Рисунок 3.3 – Робочі частини розхідника



а-напівкругла січка;  
б-пряма січка

Рисунок 3.4 - Січка

Останній вид карбунів - січки (гостро заточені карбуни) (рис. 3.4). Використовуються для просікання фона при ажурних карбувальних роботах на поверхні виливків.

Всі перелічені види карбунів розрізняються за розмірами. Для мілких ювелірних робіт застосовуються карбуни з сталених прутків перерізом 3-4 мм і довжиною до 100 мм. При художній обробці виливків середнього розміру виробів застосовуються карбуни товщиною (в середній частині) до 6-8 мм. Для карбування великих декоративних композицій чи монументального лиття з високим рельєфом товщина карбуна може досягати 20-25 мм і більше. Довжина робиться більше 170 мм.

### 3.4 Різновиди карбувальних робіт

Карбувальні роботи поділяють на чотири різновиди:

- а) контурне карбування:
  - 1) площинне;
  - 2) опукле;
  - 3) карбування під емаль
- б) ажурне карбування;
- в) рельєфне карбування;
- г) декоративно-фактурне карбування

Контурне карбування являє собою процес нанесення малюнку без формування рельєфу. Може виконуватись на вигнутій циліндричній поверхні. Застосовуються розхідник, пурочник та фактурні карбуни (лошатники).

Опукле контурне карбування робиться з підйомом контурної лінії розхідником з формуванням декоративного рельєфу при опусканні фона. Об'ємний рельєф надає виробу більшої привабливості та яскравості.

При карбуванні контуру під емаль використовуються особливості техніки гарячої емалі. При застосуванні художньої обробки поверхні металу - перегородчаста емаль, використовуються спеціальні вальцювальні дротики, які припаюють до поверхні за контуром малюнка. Перегородки з дротиків можна замінити перегородками, які виконані карбуванням поверхні спеціальними розхідниками.

Ажурне карбування відрізняється від контурного тим, що фон орнаменту чи іншого зображення висікається за допомогою спеціальних карбунів-січок (напівкруглих чи прямих). Головне в композиції такого карбування - поєднання порожнин рельєфу і лінії самого малюнка, які формують ажур.

Рельєфне карбування - найпоширеніший різновид карбування як в минулому, так і в теперішній час. Використовується під час формування рельєфу великої висоти (більше 3 мм). Спочатку рельєф формують бобошником, а потім застосовують канфарення. Іноді для формування силуета використовують лошатники та розхідники м'яких (округлих) форм.

Декоративно-фактурне карбування обумовлює нанесення на поверхню малюнка по всій площині фактурних елементів (ромби, трикутники, заглиблення та інш.), які надають декоративному металу виразності і необхідних відтінків.

### **3.5 Інструмент, пристосування, матеріали**

- 1 Заготівка металу.
- 2 набір карбунів, напилники, надфілі, шабери та карбувальний молоток.
- 3 Пристосування для закріплення виробів: пластина, ящик чи карбувальний казанок, матеріали для утримання виробу (смола, каніфоль, воск).
- 4 Малюнок, копіювальний папір, олівець чи загострена паличка.
- 5 Пластилін чи глина.

### **3.6 Порядок проведення роботи**

- 1 Перед початком роботи необхідно визначитись, який буде характер поверхні карбування та її рельєф. Використовуючи пластилін необхідно зробити моделювання окремих деталей малюнка.
- 2 Виготовляемий виріб (заготівку) закріплюємо на пластині. Розмір пластини вибирається індивідуально в залежності від форми виробу.
- 3 На попередньо підготовлену поверхню (пофарбовану гуашцю чи відполіровану) накладаємо аркуш копіювального паперу і зверху закріплюємо малюнок.
- 4 Зробити перебивання малюнка олівцем. Дозволяється робити перебивання малюнку канфарником у вигляді пунктирної лінії.
- 5 Зробити закріплення малюнка (розходка поверхні) з використанням спеціального карбуна - розхідника. Для виконання розходки (обводки) малюнка використовують прямий та напівкруглий розхідники. Залишки малюнка зняти.
- 6 Подальші роботи: формування рельєфу, опускання фону та інше здійснюється з використанням карбунів спеціального призначення.
- 7 При карбуванні необхідно контролювати можливе нагартовування поверхні. Для рекристалізації металу його знімають з пластини, очищують та відпалюють.



8 Після відпалу та надання поверхні виробу пластичності його необхідно відбілити. Відбіл проводиться у 10-15% розчині сірчаної кислоти для кольорових металів, а для залізних сплавів відповідно у соляній кислоті.

9 Виріб промити водою і висушити.

10 Зробити опорядження поверхні з використанням технології полірування.

11 Продемонструвати виріб викладачеві.

### **3.7 Зміст звіту**

1 Викласти мету роботи.

2 Короткий опис технології карбування та пристосувань, які використовуються.

3 Зробити малюнок для карбування і схематично показати застосування карбунів в залежності від призначення.

4 Перелічити весь інструмент, який використовувався під час роботи.

5 Зробити висновок по роботі.

### **3.8 Контрольні запитання**

1 Що таке карбування? Основні види карбувальних робіт.

2 Які метали використовуються для карбування?

3 Основні групи карбунів. Призначення та техніка використання.

4 Які існують різновиди карбувальних робіт?

5 Особливості карбування художнього лиття.

6 Яке допоміжне обладнання використовується при карбуванні?

7 Які інші види художньої обробки поверхні металу можна застосувати разом при карбуванні лиття?

## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ХУДОЖНІХ ВИРОБІВ ПАЯННЯМ

**4.1 Мета роботи** – вивчити основні технологічні операції при паянні художніх виробів, познайомитися з видами припоїв, матеріалами та інструментом.

#### 4.2 Загальні відомості

Дуже часто художні вироби, особливо складні за формою та об'ємом, що виконанні литвом, складаються з окремих елементів. Тому значне місце у роботі митця прикладного мистецтва займає монтування художнього виробу тобто збирання, підгонка та з'єднання в одно ціле різних елементів. З'єднання деталей може бути рухомим та нерухомим, роз'ємним та нероз'ємним. Сюди відносять різьбові та клепанні, паянні та зварні з'єднання.

Паяння металів відоме з давнини. Різними прийомами паяння добре володіли ювеліри античною Греції та Стародавнього Риму. Витончено спаяні художні витвори з золота, срібла та бронзи зустрічаються в культурі скіфів і Київської Русі. В наш час паяння залишається одним з основних прийомів отримання нероз'ємних з'єднань частин художніх виробів.

Паяння – це процес отримання нероз'ємних з'єднань металевих деталей за допомогою розплавленого сплаву, що називається припоєм.

Сучасні методи паяння вельми різноманітні та дозволяють з'єднувати майже усі метали і сплави. Але паяння із-за трудомісткості застосовується головним чином у художніх виробках інтер'єрного характеру, що виконуються у невеликих серіях, декоративних предметах, побутових та ювелірних виробках. В останній час паяння все більше замінюється зварюванням.

Розрізняють два основних видів паяння:

- а) паяння м'якими припоями з температурою плавлення до 400<sup>0</sup>С;
- б) паяння твердими припоями – температура їх плавлення більш 550<sup>0</sup>С.

Паяння м'якими припоями має наступні переваги:

- незначне нагрівання деталей, що з'єднуються;
- збереження розмірів і форми деталей; простота способу, висока щільність шву та інші.

Недоліки – невисока міцність та термостійкість у межах 100<sup>0</sup>С.

Основою м'яких припоїв є олово та свинець. Найвідоміший з цих припоїв називається третником (сплав 2/3 олова та 1/3 свинцю – ПОС-61).

Паяння твердими пропоями, у яких температура плавлення вище 5500С, дає міцні, герметичні з'єднання. Тверді припої в основному складаються з міді, срібла, цинку та ін. і використовуються для паяння чорних, кольорових та дорогоцінних металів.

З твердих припоїв найбільше розповсюдження мають латунні припої (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Властивості латунних припоїв

Марка	Мідь	Цинк	Температура плавлення, °С	Міцність шву, МПа	Колір
ПМЦ-54	54	46	881	337	Жовтий
ПМЦ-50	50	50	865	270	Світло-жовтий
ПМЦ-42	42	58	836	168	Майже білий
ПМЦ-33	33	67	807	29	Білий

При паянні обов'язково використовують флюси, що розділяють на дві групи:

а) флюси, що розчиняють окисні плівки металів, відновлюють закисі металів до металів (а іноді розчиняють і сам метал). До них відносять: соляну кислоту, хлористий цинк, борну кислоту, буру.

б) флюси, які хімічно не реагують, а служать для утворення захисного покриття раніше очищеного металу; ними користуються при паянні олов'яно-свинцевим припоєм. До них відносять каніфоль, віск, смолу та ін.

В якості універсального флюсу при твердому паянні латуні, міді, бронзи, заліза та ін. використовують буру. Перед використанням буру краще підігріти на залізному листі, для того щоб випарити з неї кристалізаційну вологу (яку вона поглинає з повітря). Температура плавлення бури 741<sup>0</sup>С.

Перед паянням необхідно підготувати поверхні деталей методом їх підгонки, зазори між ними повинні бути мінімальними, поверхні

очищеними від окислів. Зачищення відбувається обпилюванням, шліфуванням, сталеву щіткою. Найбільш ефективна очистка за допомогою спеціальних хімічних речовин і флюсів одночасно з паянням.

Після паяння виріб треба покласти у відбілюючий розчин (15%-ний розчин сірчаної кислоти), для видалення залишків бури (тверду прозору корку, яка утворюється при з'єднанні розплавленої бури з окислами металів), або прокип'ятити в гарячому відбілі – тоді корка відстає швидше.

Також для паяння чавуну міддю і латунню використовують плавикову кислоту (фтористоводневу). Замість бури можна використовувати у деяких випадках при твердому паянні скляний порошок, рідке скло.

Флюсом для ювелірного паяння служать бура та борна кислота. Для срібних виробів використовують насичений водний розчин бури, а для золотих краще використовувати розчин бури – 10 г та 10 г борної кислоти на 100 г води.

Після паяння художніх виробів з дорогоцінних та кольорових сплавів обов'язковою операцією є відбілювання у розчинах соляної або сірчаної кислот.

### **4.3 Інструмент, пристосування, матеріали**

Матеріали: флюс (бура), припої м'які.

Інструмент: інструмент слюсарний, пальник електричний.

### **4.4 Порядок проведення лабораторної роботи**

Під керівництвом учбового майстра або викладача виконати з'єднання декількох частин художнього виробу з цинкового сплаву.

Паяння предметів м'якими припоями виконують на дерев'яній підкладці, тому що металева основа поглинає значну частину тепла, охолоджує деталі та утруднює роботу.

У процесі паяння м'якими припоями виконують наступні за порядком операції:

а) перед паянням деталі підганяють одну до іншої та місця пайки ретельно очищують терпугом або шкуркою;

б) очищені поверхні покривають флюсом та проводять їх лудіння;

в) робочий (загострений) кінець пальника ретельно очищують, а якщо необхідно, запилюють драчевим терпугом. Пальник нагрівають, а його робочий кінець лудять, для чого його попередньо занурюють або натирають нашатирем (хлористим амонієм);

г) пальником розплавляють припій і переносять його на поверхні деталей, які з'єднують;

д) пальником повільно проводять вздовж шву, поки він не прогріється, і припій рівномірно заповнить його;

е) після твердіння припою шов ретельно промивають та висушують, якщо необхідно, зачищають шкуркою, а напливи припою видаляють шабером або терпугом;

Пальник зазвичай нагрівають до 400–450<sup>0</sup>С. Перегрів пальника до 600<sup>0</sup>С та вище неприпустимо, тому що мідь, з якої зроблено пальник, почне енергійно окислятися і не буде брати та утримувати припій. Крім того, мідь при перегріві поглинає олово, що залишилося на пальнику, від чого його робочий кінець становиться крихким та зазубреним.

Якщо необхідно можна виконати паяння твердими припоями. Паяння твердими припоями виконують в наступному порядку:

а) поверхні, що спаюються, обпилюють та підганяють. Щільність підгонки багато в чому забезпечує успіх пайки;

б) деталі, що паяють, з'єднують та скріплюють між собою струбцинами, а також іншими стискуючими інструментами або зв'язують дротом з м'якої сталі;

в) поверхні, що паяють, покривають флюсом (бурою) та повільно прогрівають полум'ям пальника або паяльної лампи;

г) на нагрітій шов розкладають припій, і нагрів триває до тих пір, поки припій не розплавиться і не заповнить зазор в з'єднанні;

е) після охолодження проводять зачистку шву і промивання для видалення залишків флюсу.

#### 4.5 Зміст звіту

1 Викласти мету роботи.

2 Скласти план збирання художнього виробу за допомогою паяння та описати технологічні операції, що потрібні при паянні Вашого виробу.

3 Зробити висновки про роботу.

#### **4.6 Контрольні запитання**

1 Який процес називають паянням?

2 Які умови необхідні для проведення паяння?

3 Які існують види паяння?

4 В чому полягає особливість паяння м'якими припоями?

5 Наведіть приклади використання паяння м'якими припоями частин художніх виробів.

6 Які переваги паяння твердими припоями?

7 Наведіть склади твердих припоїв, що використовують для паяння чорних металів.

8 Для чого застосовують при паянні флюси?

9 Які існують групи флюсів?

10 Назвіть найбільш розповсюджений флюс для паяння художніх виробів

#### **4.7 Вказівки з техніки безпеки**

1 При виборі флюсів і припоїв необхідно враховувати їх клас безпеки. Використання припоїв, склад яких містить свинець та кадмій (клас безпеки – 1), слід обмежувати.

2 Робочі місця при паянні повинні бути обладнанні місцевою витяжною вентиляцією.

3 Вентиляційне обладнання необхідно включати до початку робіт і вимикати після їх закінчення.

4 Робочі поверхні столів, ящиків для зберігання інструментів і тару, що використовується на робочих місцях, слід очистити і вимити гарячим мильним розчином.

## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ХУДОЖНІХ ВИРОБІВ ЗВАРЮВАННЯМ

**5.1 Мета роботи** – ознайомитися з видами зварювання, конструкцією та принципом роботи обладнання для з'єднання художніх виробів.

#### 5.2 Загальні відомості

У наш час існує багато різних способів зварювання, причому їх чисельність безперервно зростає. Однак у галузі виробництва художніх виробів більшість їх не використовують або використовують дуже рідко.

Найбільш розповсюдженими способами зварювання, які знаходять використання у художній промисловості, є такі: газове і електричне зварювання, автогенне різання, а також ковальське (або горнове) зварювання, що зберігає своє значення у художніх ковальських роботах.

Зварюванням називають технологічний процес отримання нероз'ємних з'єднань через встановлення міжатомних зв'язків між зварювальними частинами при їх місцевому або загальному нагріві, пластичному деформуванні або використанні того та іншого разом.

Газове зварювання. Джерелом теплоти є полум'я, що утворюється у результаті згорання ацетилену у кисні. У полум'ї можна зварювати майже усі чорні та кольорові метали.

Замість ацетилену можна використовувати інші гази: пропан, водень, пари бензину, світільний газ та ін. Усі ці гази горять на повітрі, але при цьому не розвивають високої температури необхідної для зварювання, тому при зварюванні вони згорають у струмені кисню.

Кисень ( $O_2$ ) – газ без кольору, смаку та запаху. Сам він не горить, однак підтримує горіння.

Ацетилен ( $C_2H_2$ ) – горючий газ, що утворюється дією води на карбід кальцію. Ацетилен має високу теплотворну здатність, при згоранні ацетилену у струмені кисню температура полум'я досягає  $3200 - 3400^{\circ}C$ . Карбід кальцію отримують сплавленням негашеного

вапняку з коксом у дугових печах. Його зберігають і перевозять у залізних запаяних бочках по 50–100 кг. Для отримання ацетилену служать спеціальні пристрої – генератори.

Рідше використовують при газовому зварюванні водень ( $H_2$ ), світильний газ, пропан ( $C_3H_8$ ), бутан ( $C_4H_{10}$ ). Інші горючі гази, такі як природний газ, бензол та ін., для зварювання сталей не використовують.

Гази зберігаються у сталевих балонах місткістю 10, 20 та 40 л. В наслідок того, що ацетилен у стисненому стані дуже вибухонебезпечний, його зберігають у балонах, заповненими пористою масою (гранульоване деревне вугілля з розміром зерен 1...3,5 мм, його об'єм складає 25% об'єму балону), насиченою рідким ацетоном (40% об'єму балону). 1 л ацетону розчиняє приблизно 24 л ацетилену. Кожний балон забезпечений спеціальним вентилям для його безпечного закриття.

Кисень подається зі спеціального кисневого балону (пофарбованого у світло-синій колір); балони зберігають у лежачому стані. Кисень отримують з повітря методом вибіркового випаровування на кисневих заводах або станціях.

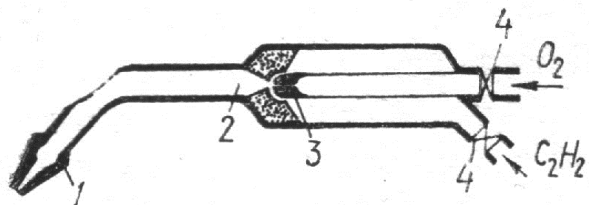
У комплект автогенного обладнання входить редуктор, що знижує тиск газу, який виходить з балону, і одночасно підтримує встановлений тиск на виході при зниженні тиску у балоні. Редуктор оснащений двома манометрами. Ємкісний манометр показує тиск у балоні, а робочий – тиск газу, що поступає у пальник. Редуктори для різних газів мають різні конструкції бокового з'єднувального патрубку, щоб виключити використання редуктора для невідповідного виду газу. Від редуктора по шлангу газ йде до пальника.

Зварювальний пальник уявляє собою пристрій, у якому ацетилен змішується з киснем, і ця суміш згорає. Відомі пальники низького тиску (інжекторні) та високого тиску (змішувальні). Частіше використовують інжекторні пальники. До інжектору пальника (рис.3.1) підводиться кисень під тиском 0,3...0,4 МПа. Витікаючи з високою швидкістю у змішувальну камеру, кисень утворює у ній значне розрядження. За рахунок чого у змішувальну камеру підсащується ацетилен, який може подаватися до пальника під малим тиском (до 0,001 МПа) [1, 4].

Потужність полум'я, що утворюється пальником, визначається витратою газів через мундштук та регулюється зміною наконечників.



Наконечники на пальнику можна змінювати в залежності від товщини зварювального металу: чим товстіше метал, тим більше повинен бути діаметр каналу у наконечнику.



1 – мундштук; 2 – змішувальна камера; 3 – інжектор; 4 – вентилі

Рисунок 5.1 – Схема універсального зварювального пальника типу ГС

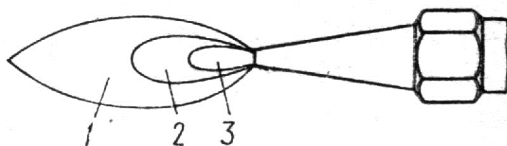
Універсальні інжекторні пальники типу ГС випускаються у комплекті, що складається зі ствола та змінних наконечників. Технічні характеристики газозварювальних пальників приведені у табл.5.1 [4].

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики газозварювальних пальників

Тип пальника	Номер наконечника	Товщина зварювальної сталі	Витрата газу, л/г		Робочий тиск кисню, МПа
			Ацетилен при тиску 0,001 МПа	Кисень	
ГС-2	0	0,3...0,6	25...60	28...70	0,08...0,4
	1	0,5...1,5	50...125	55...135	0,1...0,4
	2	1,0...2,5	120...240	130...260	0,15...0,4
	3	2,5...4,0	230...400	260...440	0,2...0,4
ГС-3	1	0,5...1,5	50...125	55...135	0,1...0,4
	2	1,0...2,5	120...240	130...260	0,15...0,4
	3	2,5...4,0	230...400	260...440	0,15...0,4
	4	4...7	400...700	430...750	0,2...0,4
	5	7...11	660...1100	740...1200	0,2...0,4
	6	10...18	1050...1750	1150...1950	0,2...0,4
	7	17...30	1700...2800	1900...3100	0,2...0,4

Зварювальне полум'я (рис.5.2) має три зони: ядро, зварювальну (середню) зону і факел. У зварювальній (середній) зоні розвивається найбільш висока температура, тому нею і виконується зварювання.

В залежності від співвідношення кисню та ацетилену, що подаються у пальник, розрізняють три види полум'я: нормальне, окислювальне та відновлювальне (науглецювальне). Їх використання залежить від технологічних особливостей зварювання різних металів. Наприклад, при зварюванні високовуглецевих сталей, алюмінію, чавуну використовують відновлююче полум'я, тобто з надлишком ацетилену. Конус полум'я в цьому випадку подовжений, нерізкий, оточений вуаллю та при зварюванні збагачує метал вуглецем. Окислювальне полум'я використовують рідко (при зварювання латуней), бо надлишок кисню окислює розплавлений метал, зварювальний шов отримується потускнілим. У більшості випадків використовують нормальне полум'я, коли відношення витрати ацетилену до витрати кисню складає 1:1. Конус зварювального полум'я різко обмежений і має колір від блідо-голубого до білого. Співвідношення кисню у суміші регулюється за допомогою відповідних вентилів.



1 – факел; 2 – зварювальна (середня) зона; 3 – ядро

Рисунок 5.2 – Схема зварювального полум'я

Майстер зварювальних робіт при виготовленні художніх виробів не має за мету отримати необхідну міцність шву на розтяг, стиск чи інше. Найбільш важливим є естетика виробу, його художня цінність.

Основна технологічна особливість газового зварювання полягає у забезпеченні плавного та повільного нагріву металу. У зв'язку з цим газове зварювання застосовують для зварювання сталевих деталей

малої товщини (0,2...0,5 мм), кольорових металів, чавуну та низки легованих сталей, що здатні до утворення тріщин. При збільшенні товщини зварювальних деталей зростає час їх прогрівання і різко знижується продуктивність процесу. При цьому повільний нагрів викликає деформацію виробів, що є основною причиною обмеження області використання газового зварювання [1].

Перед зварюванням проводять підготовку шву. Для цього зварювальні поверхні очищують від бруду, корозії, масла та фарби та виконують наступні операції:

- для зварювання тонких деталей товщиною до 1,5 мм краї відбортують, висоту бортів роблять від 1,5 до 2,5 мм. Відбортвані кромки встановлюють щільно без зазору;

- для зварювання металу товщиною 1,5 мм борти не роблять; між кромками залишають зазор від 0,5 до 1,0 мм;

- при товщині від 5 до 15 мм кромки скошують з одного боку;

- при товщині більше 15 мм кромки скошують з двох боків; кут розкриття шву встановлюють від 40 до 90°; скошування кромки виконують зубилом, на станках або газовим різанням; між кромками залишають зазор 1...3 мм.

Зварювання відбувається таким чином: кромки розплавляють пальником, а потім у полум'я вводять присадковий пруток, який розплавляється та заповнює зазор. Ці стрижні, за можливістю, повинні бути з того ж матеріалу, що і зварювальні деталі. Рухаючи пальник поступово вздовж шву, виконують зварювання.

При зварюванні тонких відбортаних деталей присадковий пруток не використовують, а оплавляють відігнуті кромки.

При зварюванні тонких смуг спочатку прихоплюють шов у декількох місцях, а потім його проварюють. Це робиться для запобігання жолобленню.

Електродугове зварювання. При електродуговому зварюванні висока температура, необхідна для розплавлення металу, отримується за допомогою електричного струму, що утворює вольтову дугу. У стовпі дуги розвивається температура 6000...8000<sup>0</sup>С. Дуга уявляє собою потужний стабільний електричний розряд у іонізованій атмосфері газів і парів металу. Іонізація дугового проміжку починається у момент запалювання дуги і підтримується у процесі її горіння завдяки зіткнення електронів, що рухаються до анода, з молекулами газів і парів металу [1].

Розрізняють зварювання на перемінному і постійному струмі; електродами, що плавляться та не плавляться; ручну, півавтоматичну та автоматичну; зварювання відкритою дугою, під флюсом та у захисному газі [4].

Ручне дугове зварювання виконується дугою, що горить між деталлю та електродом. Зварювання може вестися електродами, що не плавляться (з вольфраму або графіту) та тими, що плавляться. Останні уявляють собою металеві стрижні діаметром 1,6...12 мм з нанесеними на них покриттями, які служать для

- стабілізації горіння дуги,
- захисту розплавленого металу від окислення,
- розкислення,
- легування металу зварювального шву.

Матеріал електроду, що розплавляється, вибирається, як правило, наближеним за хімічним складом до матеріалу зварювальних виробів.

При постійному струмі на електродах вольтової дуги виділяється різна кількість тепла: на позитивному електроді (аноді) температура досягає  $4000^{\circ}\text{C}$ , а на негативному (катоді) –  $3500^{\circ}\text{C}$ . При перемінному струмі температура на обох електродах  $3500^{\circ}\text{C}$ . При зварюванні постійним струмом позитивний електрод під'єднується до деталі, а негативний – до електрода.

При зварюванні на перемінному струмі у якості джерела живлення використовується зварювальні трансформатори типа ТД, ТС, СТШ, ТСК; при зварюванні на постійному струмі – зварювальні генератори типа ПСО, АСБ, АСД, САМ, а також зварювальні випрямники типа ВД, ВКС, ВСС, ВДУ та ін. Регулювання сили зварювального струму відбувається при зварюванні на перемінному струмі за допомогою дроселів, на постійному – за допомогою реостатів [4]. Сучасні зварювальні апарати на постійному струмі уявляють собою кремнієві випрямники (KS100 – KS300), які працюють дуже економічно. Менше застосування знаходять зварювальні апарати на базі трансформаторів перемінного струму. Їх експлуатаційні характеристики обмежені, і для умов виробництва художніх виробів вони не підходять. Навпаки, перевагою постійного струму є широкі зварювальні можливості, у тому числі можливість зварювання електродами з кольорових металів. В цьому випадку можна використовувати усі сортаменти електродів, що випускаються.

В той же час при зварюванні перемінним струмом використовують електроди з так званим кислим покриттям. Ще одна перевага постійного струму полягає в тому, що можна зварювати на прямій та зворотній полярності. Температура позитивного полюса приблизно на 4000С вище, тому зварювання позитивним електродом забезпечує найбільш вигідний режим. Якщо електрод під'єднаний до негативного полюсу, зварний шов залишається тільки на поверхні і має невисоку якість. Досвідчений зварювальник визначає полярність при зварюванні голим електродом. Зварювальник без достатнього досвіду може визначити полярність, опустивши обидва полюси у воду, - на негативному полюсі буде більш інтенсивне виділення бульбашок кисню.

Напруга, що вимірюється без навантаження дугою, називається холостою. При зварюванні постійним струмом воно складає 30-90 В, при зварюванні перемінним струмом 70-90 В.

Для збудження дуги необхідно електродом доторкнутися поверхні виробу – відбувається коротке замикання, потім відводять його на невелику відстань (2-4 мм), при цьому нагріте повітря стає провідником. Напруга запалювання дуги виникає у інтервалі між торканням електроду з матеріалом та їх розмиканням. При торканні електроду напруга знижується майже до нуля, а при розмиканні за короткий проміжок часу підвищується до 45-90 В. В цьому інтервалі напруга може підвищитися до небезпечного для життя рівня, тому необхідно виконувати правила техніки безпеки. В процесі зварювання підтримується робоча напруга, яке змінюється у межах 15-45 В.

Для отримання зварного з'єднання високої якості важливо правильно встановити силу струму. Приблизно її визначають з розрахунку 40 А на 1 мм діаметру електроду. Однак сила струму залежить і від положення, у якому виконується зварювання. Найбільшу силу струму використовують при зварюванні зверху, найменшу – при зварюванні над головою. При занадто слабкому струмі зварювання дуга запалюється трудно і легко гасне. Зварний шов утворюється надто випуклим, а глибина провару невелика. Правильно відрегульована сила струму забезпечує достатню глибину зварювання, помірну висоту та добрий зовнішній вигляд. Надто висока сила струму проявляється у накалюванні електроду, який швидко горить з інтенсивним розбризкуванням зварювального матеріалу. Провар дуже глибокий, а шов надмірно широкий і некрасивий на

вигляд. Для електрозварювання частіше за всього використовують електроди з покриттям середньої та збільшеної товщини, що забезпечує отримання зварного шву високої якості. При ручному зварюванні частіше використовують електроди діаметром 3...6 мм. При цьому під час зварювання напруга на дузі підтримується 16-30 В, а сила зварювального струму 120-350 В.

У виробництві художніх виробів електродугове зварювання використовують для створення, як правило, основних конструкцій, а зварні шви приховують, зачищаючи їх до рівня поверхні зварювальних деталей. Під час зварювання електрод тримають над зварювальним матеріалом на висоті, що дорівнює діаметру електрода. Яка-небудь інша відстань приводить до погіршення зварного шву. Подовжена дуга погано горить, сприяє розбризкуванню матеріалу та утворенню пор у шві. Виріб розігрівається на значній поверхні, що приводить до недостатньо глибокого провару. Шар захисних газів не суцільний, і зварний шов надмірно окислюється. Навпаки, при малій відстані електрода від зварного виробу часто виникає коротке замикання, у результаті чого зменшується виділення теплоти, зварні кромки виробу оплаваються не повністю, і утворюється так званий холодний шов.

Швидкість зварювання вибирають в залежності від розмірів виробу так, щоб зварний шов вийшов достатньо суцільним і широким. При підвищеній швидкості утворюється холодний шов і, навпаки, якщо електрод пересувається дуже повільно, то шлак утворюється до отримання шва і заважає зварюванню розплавленого металу. Нахил електрода у напрямку зварювання повинен приблизно відповідати куту у  $60^{\circ}$ . Електрод ведуть або прямолінійно, або дещо похитуючи.

При дуговому зварюванні утворюється сильне накаливання, тому жолоблення менше, ніж за газове зварювання. Завдяки цьому дугове зварювання допускає велике різноманіття зварних швів у порівнянні з газовим зварюванням.

Найбільш розповсюджений спосіб – зварювання у стик. Підготування кромки відбувається для цього зварювання таким же чином, як і для газового зварювання.

Для зміцнення стикових з'єднань у відповідальних конструкціях використовують накладки з одного або двох сторін. Накладки роблять у формі витягнутого шести - або восьмикутника. Накладки прямокутні нерентабельні, тому що у кутах утворюється велика напруга. Накладка повинна перекривати зварний шов не менш як на 100 мм. При

встановленні накладок з двох боків їх слід брати різної величини, щоб кромки їх не співпадали і одна з них перекривала іншу на 20-30 мм.

При зварюванні внапуск величина перекриття повинна бути не менш п'ятикратної товщини зварювального металу. Часто застосовується зварювання у тавр зі скосом кромки та без нього.

Ковальське зварювання. Цей спосіб зварювання є найбільш давнім способом отримання нероз'ємних з'єднань зі сталі. У наш час не знаходить широкого застосування і до нього часто повертаються при виконанні реставраційних робіт. Ковальське зварювання складається з наступних операцій:

- підготовка кінців висадкою;
- їх нагрівання;
- зварювання з проковуванням молотом на ковадлі.

Існує три способи ковальського зварювання:

- у стик;
- внапуск;
- в паз або розруб.

Зварення у стик застосовується для тонких прутків. Міцність при цьому невелика із-за труднощів з проковуванням місця зварювання. Для зварювання у стик кінці прутків попередньо висаджують (потовщують).

Зварення внапуск (рис.5.3) застосовується для виробів товщиною до 100 мм. Перед зварюванням кінці нагрівають, осаджують і скошують. Скошені поверхні повинні бути трохи випуклими для того, щоб зварювання почалося з центру. При цьому шлак витискується від центру до країв виробу.



Рисунок 5.3 – Зварювання внапуск

Зварювання в паз або розруб (рис. 5.4) застосовується для прутків товщиною більш 60 мм. Кінці нагрівають, осаджують. Потім

один з них розрубують, а другий витягають клином. Після підготовки кінців їх нагрівають в ковальському горні до температури 1300 – 1350<sup>0</sup>С.



Рисунок 5.4 – Зварювання в розруб

Для зварювання сталь повинна бути чистою, але під час нагрівання вона покривається окалиною. Окалина видаляється флюсом – чистим кварцовим піском або бурою. Флюс легко сплавляється з окалиною, утворюючи легкоплавкий шлак у вигляді тонкої плівки і захищає сталь від подальшого окислення.

Нагріту сталь очищують від шлаку шляхом струшування або прутами, кладуть їх на ковадло, стикуючи зварювальні поверхні і наносять удари – спочатку часті і легкі молотком, а потім – сильні кувалдою; доковують увесь стик до повного зварювання. При зварюванні наглядають щоб шлак не залишився усередині шва і ударами молотка вижимають його.

### 5.3 Інструмент, пристосування, матеріали

Обладнання: зварювальний пристрій, амперметр та вольтметри для визначення сили струму та напруги на дузі і на вході джерела живлення.

Інструмент: слюсарний інструмент.

Матеріали: електроди зварювальні, флюс (бура).

### 5.4 Порядок проведення лабораторної роботи

У спеціально обладнаному місці для зварювання подивитися за ходом з'єднання частин художнього сталювого виробу за допомогою електродугового зварювання. Під час проведення зварювання користуватися захисними окулярами та проводити спостереження з



безпечної відстані. Виконувати усі правила техніки безпеки, якими користуються у ливарній лабораторії.

### 5.5 Зміст звіту

- 1 Викласти мету роботи.
- 2 Дати характеристику способів зварювання художніх виробів, викласти особливості та області застосування
- 3 Зробити висновки про роботу.

### 5.6 Контрольні запитання для самоперевірки

- 1 Дайте визначення процесу зварювання.
- 2 Які способи зварювання застосовуються при виготовленні художніх виробів з металу?
- 3 Що уявляє собою газове зварювання?
- 4 Які гази застосовують для газового зварювання?
- 5 Наведіть типи зварювального полум'я?
- 6 Яке обладнання використовують при газовому зварюванні?
- 7 Наведіть переваги і недоліки газового зварювання?
- 8 Що уявляє собою електрична дуга?
- 9 Які джерела живлення застосовуються при зварюванні на перемінному та постійному струмені? Який спосіб частіше використовується при виготовленні художніх виробів?
- 10 Які електроди використовуються при ручному дуговому зварюванні?
- 11 Навіщо на електродах для дугового зварювання наносять обмазку?
- 12 Яка область застосування, переваги і недоліки дугового зварювання?
- 13 Що таке ковальське зварювання?
- 14 Які існують способи ковальського зварювання? Назвіть область їх використання?
- 15 Яку підготовку проходять заготовки перед ковальським зварюванням?

## 5.7 Вказівки з техніки безпеки

1 Поверхні зварювальних заготовок, деталей, виробів, дротів повинні бути сухими, очищеними від окалини, змащувальних матеріалів, іржі та інших забруднень.

2 Знежирення під зварювання проводити розчинниками, що допущені до використання органами санітарного та пожежного контролю.

3 Небезпечними виробничими факторами при зварюванні є підвищена загазованість повітря робочої зони, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги, електромагнітні поля, іонізуюче випромінювання, шум, ультразвук, статичне навантаження на руку, тому усі зварювальні роботи проводяться у спеціальних приміщеннях, що обладнані та оснащені засобами пожежного тушіння та індивідуального захисту.

4 Усі зварювальні роботи виконуються особами, що мають кваліфікаційне посвідчення, допуск до робіт, пройшли інструктаж з техніки безпеки, а також не мають медичних протипоказань.

5 Експлуатація обладнання для газового зварювання проводиться теж особами, що допущені до таких робіт.

6 Зберігання, перевезення, експлуатація балонів регламентується спеціальними правилами [5].

## 6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

### ОСНОВИ РЕСТАВРАЦІЇ ХУДОЖНІХ ВИРОБІВ

**6.1 Мета роботи** – ознайомитися з методами та засадами сучасної реставрації художніх виробів з металу: бронзи, латуні, чавуну та інших сплавів. Навчитися проводити очищення та стабілізацію спотворених корозією виробів, провести консервацію предмету з мідного сплаву.

#### 6.2 Загальні відомості

Реставрація – (від лат. *restauratio* – відновлення) – охоплює усі види робіт, що спрямовані, як на збереження виробів мистецтва так і на максимально можливе виявлення їх початкового вигляду [6]. Тобто реставраційний процес – це комплексне дослідження, розчищення, стабілізація, зміцнення і консервація предметів з певного матеріалу.

Реставрація як наука спирається на теоретичні, методологічні та методичні засади, які лежать в основі практичної роботи.

Теоретичні засади реставраційної методології формувалися протягом кількох століть. Історія реставрації як „лагодження”, „ремонт”, „відновлення” сягає корінням у глибінь тисячоліть. Приклади подібної реставрації зустрічаються на пам’ятниках віком до п’яти тисяч років. Одним з них є Великий сфінкс фараона Хефрена в Гізі, який за час свого існування безліч разів оновлювався. На багатьох пам’ятниках мистецтва Давнього Сходу, що перебувають у музеях Лондона, Парижа, Нью-Йорку, Санкт-Петербургу помітні сліди відновлення, що уявляють собою, найімовірніше, пристосування старих форм до нових ідеологій.

Родоначальник історії і теорії мистецтва, який науково обґрунтував підходи до реставрації був Йоган Йоахим Вінкельман „Історія стародавнього мистецтва”. Він піддав різкій критиці реставрацію, яка спотворює античний пам’ятник, не враховує стиль і манеру виконання та уявляє собою низку здогадів і доробок. Так було з Венерою Таврійською і з Венерою Мілоською. Оригінали були настільки прекрасними, що будь-яка спроба доробити руки не витримала конкуренції і зрештою реставраторам довелося відмовитися від цього.

На Україні за часів гетьмана Мазепи реставрували Софіївський собор, Михайлівський златоверхий монастир, головну соборну церкву Успія Києво-Печерської Лаври, Троїцьку надбрамну церкву та багато інших. Щоправда деякі пам'ятники історії втрачали первинні риси, прибирали властивого тому періодові барокового вигляду. Але таке було тоді розуміння реставрації, що панувало в усій Європі до початку ХХ століття.

В середині ХХ ст. в реставраційній практиці застосовують метод пошарового розкриття високохудожніх археологічних знахідок зі стабілізацією і зміцненням мінералізованої основи. Цей метод дозволив урятувати низку унікальних пам'яток, що вважалися безнадійно втраченими [7].

Ще у ХVІІІ ст. намітилися два основних напрямки у реставрації – „технічна” (або „механічна”) та „художня”. Це поділення характерно як для наступного століття, так і для сучасного стану реставрації. Художній напрям мав багату традицію, оскільки відновленням втрат займалися завжди. Новим у ХІХ ст. було те, що відновлюючи втрати, намагалися не чіпати оригінальні фрагменти. Суть технічної реставрації (у цьому випадку передбачається лише профілактичне очищення), що значно потіснила художню, полягає у консервації виробу, у подовженні терміну його існування. Комплекс операцій по зміцненню виробів набуває у ХІХ ст. строгу розробленість і робить технічну реставрацію основою усієї реставраційної діяльності.

У наш час реставрація немислима без вивчення як документальних свідочств, так і певного фізико-хімічного аналізу пам'ятника культури. Іншими словами, у ХХ ст. реставрація стає наукою.

Наукова реставрація включає заходи, пов'язані з дослідженням, реставруванням і атрибуванням пам'яток історії та культури, і розглядається як процес поетапної роботи над твором, що вимагає залучення точних наук, розробки нових реставраційних методологій, проведення наукового та мистецтвознавчого аналізу. Метою реставрації є збереження автентичності пам'ятки і найповніше використання отриманої інформації для висвітлення історичної дійсності [7].

Процес проведення реставрації тепер повинен включати вивчення пам'ятника, його фотофіксацію на різних етапах роботи, і що не менш важливо, колегіальне обговорення, широка гласність і

постійний контроль за виконаною роботою. Відновлення виробу проводиться зворотними методами, з використанням подібних матеріалів, але відмінних від авторських. Це робиться для того, щоб в будь-який момент реставратор міг повернутися до початку своєї роботи і змінити зроблено раніше.

Напевне, самим складним у реставраційній справі є прийняття рішення про ступінь втручання. Тут недостатньо ремісничих навичок, тут необхідно чуття і смак, обережність і ретельна зваженість використаних рішень.

Реставрація литих виробів має деякі специфічні особливості. Відомо, що поверхневий шар вилівка відрізняється своїми властивостями і структурою від основного металу внаслідок взаємодії з матеріалом форми. виправлення ливарних та інших дефектів, що з'явилися на виробі з часом, також потребує спеціального підходу. Взагалі, з часом художні вироби з металу схильні до різних змін. В силу різних обставин змінюється зовнішній вигляд, порушується цілісність виробів, втрачаються окремі елементи. Внаслідок взаємодії з навколишнім середовищем різко погіршується якість поверхні, що в значній мірі визначає естетичну цінність витворів мистецтва.

Реставраційні роботи починаються зі складання програми реставрації і добиранні методики реставрації, де визначають ступінь збереженості предмета, природу і склад поверхневих нашарувань, усі дані аналізу про матеріал виробу, його складу, вигляд та ін., а також детально описано технологію очищення та консервацію виробу. Очищення проводиться різними органічними та неорганічними матеріалами. При цьому необхідно, щоб видалялися тільки сторонні (інородні) нашарування та не відбувалося ніяких змін з основними металом.

У реставраційній практиці традиційний усталений термін "очищення" на сучасному рівні реставраційної методології не завжди відповідає вимогам і критеріям оцінки якості реставрації. Нині на підставі нових етичних норм ставлення до культурної спадщини дедалі послідовніше запроваджується поняття розкриття пам'ятки, що буквально означає пошарове розчищення. Термін "очищення" цілком відповідає діям, скерованим на повне усунення забруднень і продуктів корозії.

Жиrowі забруднення поділяють на дві основні групи: жири мінерального походження і жири тваринного та рослинного

походження. Жири першої групи легко видаляються органічними розчинниками, другої - легко змилуються у водних розчинах лугів.

Очищення органічними розчинниками засноване на їхній здатності розчиняти мінеральні жири. Предмети очищують, занурюючи їх у розчинник і протираючи тампоном, або видаляють забруднення за допомогою накладення компресу. Якщо предмет декоративно оздоблений і містить включення органічних матеріалів, то очищення треба починати з ошадливіших розчинників або спеціально підібраних складів.

До розчинників мінеральних жирів належать: спирти — етиловий, ізоаміловий, бутиловий, метиловий, етиленгліколь; кетони — ацетон, метилетилкетон; ароматичні вуглеводні — толуол, ксилол; вуглеводні — бензин, уайт-спірит; хлорований вуглеводень — перхлоретилен; складні ефіри — метилацетат, амілацетат, етилацетат.

Серед компонентів очищаючих розчинів особливе значення мають поверхнево-активні речовини (ПАР). Вони знижують поверхневий та міжфазний натяг, поліпшують змочування поверхні, диспергують (розклинюють) тверді забрудники, відіграють роль піноутворювачів. Можна радити алкілсульфонат, сульфоноли НП-3, НП-1, синтанол ДС-10, синтамід-5. Вміст ПАР у розчинах має складати 3 – 6 г/л.

Активним компонентом водних мийних складів є кальцинована сода (карбонат натрію), яка підтримує лужність розчину і змилує рослинні й тваринні жири.

Очищувальні склади і суміші добираються звичайно в процесі роботи, але можна використати і готові мийні засоби, як "Тріалон-10", "Прогрес", а також пральні порошки типу "БЮ-С".

Для видалення старої фарби застосовують розчинники – 646, 648, Р-4, Р-5, що є сумішшю різних органічних речовин. Стара фарба, більшість старих лаків і смол видаляються за допомогою компресів, зволжених розчинником або розчином. Час витримки визначається дослідним шляхом.

Будь-який твір, як правило, містить певну інформацію і є своєрідним документом своєї доби. Ці обставини і визначають методологічні засади подальшої роботи з пам'яткою. Найчастіше це стосується археологічних пам'яток, що мають мінералізовану основу, або творів, виконаних складною технікою і прикрашених складним декором, що включає в себе поліматеріали. Тому перед дослідниками і

реставраторами насамперед постає завдання — розкрити пам'ятку для вивчення інформації, закладеної в ній автором або набутої протягом користування нею чи зберігання її.

Метод пошарового розкриття археологічних знахідок з металу надзвичайно трудомісткий і тривалий, що не завжди прийнятно. Застаріла школа і застарілі, але ефективні прийоми очищення, що утвердили метод повного очищення археологічних предметів до металевого ядра завдають непоправних збитків національній культурі. Суть пошарового методу розкриття пам'ятки полягає не в очищенні від продуктів корозії і мінералізованих ділянок та деструктованих поліматеріалів, а в пошаровому розкритті, тобто усуненні ґрунтового та іншого нашарування до виявлення передбачуваної справжньої форми

Реставрація, крім того, може включати відновлення втрачених елементів та з'єднання їх з частинами, що залишилися. Завершальним етапом реставрації є консервація виробів.

У реставраційній практиці весь метал умовно поділяють на новий і археологічний. Новий метал – це твори і вироби, які практично не знаходилися в критичних умовах або в ґрунті. Виріб з металу може датуватися, наприклад, XVII ст., але вважатиметься новим металом, і навпаки, предмети, що пролежали у ґрунті лише кілька років, вже стають археологічним металом.

Поділ на новий і археологічний метал творів мистецтва і просто металевих предметів зумовлений насамперед механізмом руйнування – змінами, які сталися в результаті їхнього зберігання або перебування в критичних умовах.

Новий метал менше піддається впливу агресивного середовища, бо зберігається в сприятливіших умовах і захищений від впливу надмірної вологи та розчинів солей. Характерне руйнування нового металу – окисні плівки і сліди тривалого або недбалого користування предметом у процесі життєдіяльності людини - потертості, подряпини, деформації, тріщини, розриви, непрофесійний ремонт і т. ін.

Причиною руйнування творів з металів можуть бути хімічна та електрохімічна корозія.

Хімічна корозія відбувається при контакті з сухими газами або повітрям, а також у рідинах, які не проводять електричний струм.

Електрохімічна корозія аналогічна процесу, що відбувається у простому гальванічному елементі, де катодом є плюс, а анодом - мінус. У повітрі завжди є волога, яка конденсується на поверхні металу, розчиняючи солі і утворюючи гальванічні пари між металами. Інтенсивність корозії залежить від складу сплаву і величини потенціалу його елементів.

Найбільш активна корозія на стиках металів, у місцях паяння, біля клепок, на ділянках з тріщинами і деформацією. На швидкість електролітичної корозії впливає концентрація водневих іонів у розчині електроліту. Для кожного металу є певне значення рН розчину, при якому швидкість корозії мінімальна.

Менше руйнуються металеве литво і чисті метали. Чисте залізо мало піддається корозії. Звичайне технічне залізо часто для захисту від руйнування вкривають шаром цинку або олова. Згідно з рядом напружень металів, цинк і олово повинні впливати протилежно на корозію заліза, тобто цинк перешкоджає, а олово сприяє корозії заліза. Олов'яне покриття має чисто механічний характер, і досить порушити цілісність покриття в будь-якому місці, як залізо починає кородувати. Навпаки, цинкове покриття оберігає залізо доти, доки цинк повністю не розчиниться.

Залежно від умов, у яких перебуває метал, корозія може вражати виріб з різною швидкістю. Процеси руйнування металу різні в сухій і вологій атмосфері, в ґрунті і морській воді.

Корозія розрізняється за видами: суха корозія, волога атмосферна корозія, мокра атмосферна корозія, ґрунтова корозія, біокорозія, морська корозія.

За характером і ступенем руйнування: локальна корозія, суцільна або повсюдна корозія, виразкова корозія, наскрізна корозія, міжкристалітна корозія, часткова мінералізація металевого ядра, повна мінералізація металевого ядра.

В залежності від збереження і стану предмета застосовують різні методи очищення: механічний, хімічний, електрохімічний, електролітичний. Наприкінці очищення метал необхідно промити від продуктів корозії і реакції та висушити. Потім захищають метал патуванням, оксидуванням, фосфатуванням, воронінням, гальванічними покриттями, покриттями полімерних лаків, смол, синтетичними мікрокристалічними восками. Для кожного металу є засоби і методи захисту, які можуть застосовуватися як в процесі



очищення предмету, так і після усунення всіх продуктів корозії. Іноді роблять подвійний і навіть потрійний захист предмета залежно від його збереження складу сплаву і майбутніх умов зберігання.

Одним з поширених методів захисту мідних сплавів є патинування. Пати́на – природна оксидна або оксидно-сольова мінеральна плівка на поверхні металу – до певної міри ізолює метал від зовнішніх впливів і зберігає його. Природна пати́на на творах мистецтва і на археологічних предметах виконує не лише захисні функції, а й визначає його художній вигляд.

Утворення природної захисної патини на поверхні металу залежить від багатьох причин, - насамперед від впливу довколишнього середовища. Благородна пати́на виникає на поверхні металу через багато десятиріч, а для археологічного металу час вимірюється століттями і тисячоліттями. Протягом тривалої і стабільної взаємодії металу з певними реагентами на його поверхні може утворитися благородна пати́на – стійкий, найчастіше твердий, склоподібний шар нерозчинних у воді мінералів.

Для захисту металу від корозії реставратори наносять штучну патину, що складається з солей і оксидів цих металів.

Для створення штучної патини на виробах з міді та її сплавів застосовують сірковмістні сполуки: сульфід натрію, сульфід амонію, піросульфід калію. При різних концентраціях вони створюють на поверхні металу плівки – від золотистих, коричневих до чорних.

Патину можна наносити хімічним методом – обробляти в розчинах, парах або газах; електрохімічним методом – у ваннах або локально, за допомогою спеціальних струмопровідних пензлів. Перед патинуванням предмет слід ретельно очистити від усіх забруднень і обезжирити. Для патинування доповнених втрат або нового металу доцільно провести декапування поверхні (легке травлення для надання їй хімічної активності).

Після патинування, промивання і просушування предмети необхідно обробити інгібіторами корозії. Для міді і її сплавів найчастіше застосовують 1% - ний розчин бензотріазолу в етанолі. Предмет за допомогою м'якого пензля рівномірно вкривають розчином і просушують.

Для консервації очищених предметів з міді та її сплавів як захисні покриття використовують плівкоутворювальні полімери: полі

бутилметакрилат (ПБМА) різної в'язкості, полівінілбутіраль (ПВБ); полівінілацетат (ПВА); нітроцелюлозні лаки; різний віск.

### 6.3 Інструмент, пристосування, матеріали

Матеріали: хімічні реактиви для очищення поверхні.

Інструмент: реставраційний інструмент та приладдя.

### 6.4 Порядок проведення лабораторної роботи

Під керівництвом учбового майстра або викладача виконати очищення та консервацію мідного художнього виробу за таким порядком:

Провести декапування поверхні таким складом ( ваг. ч.):

Азотна кислота 3%-на 300

Сірчана кислота 3%-на 200

Хлорид натрію 3%-ний 2

Сульфат цинку 2%-ний 1,5

Або окислювальним розчином що складається з суміші нітрату срібла і нітрату міді в співвідношенні 1:1.

Навести на зволожений предмет патину „під давнину” обробкою водним розчином „сірчаної печінки” за допомогою пензля.

Для приготування „сірчаної печінки” у порцеляновій або залізній чаші розплавляють 1 частину сірки і поступово додають 1–2 частини поташу ( $K_2CO_3$ ). Через 10–15 хвилин при доступі повітря утвориться коричнева в'язка маса – „сірчана печінка”, що складається з сульфідів калію і полісульфідів калію. Захолону масу подрібнюють і зберігають у темному скляному флаконі без доступу повітря.

### 6.5 Зміст звіту

1 Викласти мету роботи.

2 Дати характеристику способів реставрації, області застосування та основні тенденції розвитку науки реставрації.

3 Описати порядок виконання роботи та зробити висновки про одержані результати з штучного патинування мідного виробу.

## 6.6 Контрольні запитання для самоперевірки

- 1 Дайте визначення процесу реставрації
- 2 Які види реставрації існують?
- 3 Що уявляє собою технічна реставрація?
- 4 Які методи реставрації застосовують у теперішній час?
- 5 Які зміни з часом відбуваються з металом під впливом навколишнього середовища?
- 6 Які види корозії Ви знаєте?
- 7 Які переважно продукти утворюються на поверхні мідних виробів з часом? Які є найбільш небезпечними для збереження виробів?
- 8 Які методи використовують для очищення художніх виробів від продуктів корозії?
- 9 Що таке патина?
- 10 Чи слід обов'язково видаляти патину з художніх виробів?
- 11 Які методи очищення існують для мідних виробів? Назвіть область використання таких методів.
- 12 Якими речовинами консервують вироби з мідних сплавів?

## 6.7 Вказівки з техніки безпеки

- 1 Усі роботи проводити, виконуючи правила техніки безпеки, що діють у хімічній лабораторії.
- 2 Усі операції, пов'язані із застосуванням отруйних і вогнебезпечних речовин, кислотних і лужних розчинів, необхідно проводити в приміщеннях з витяжними пристроями.
- 3 Хімічне і механічне очищення металів проводити, застосовуючи засоби індивідуального захисту: респіратори, спеціальні захисні окуляри тощо.
- 4 При роботі з кислотами, лугами, розчинниками та іншими їдкими речовинами необхідно користуватися гумовими або спеціальними рукавичками і захисними окулярами. Для захисту шкіри рук від розчинників, лаків і смол можна порадити спеціальні захисні пасти: ХНОТ-6, Ялот і мазі Селізьського, ПМ-1, ІЕР-1, „Миколан”.
- 5 Готуючи розчини кислот, слід пам'ятати, що цей процес супроводжується великим виділенням тепла. Кислоту додають у воду невеликими порціями по стінці посудини, постійно перемішуючи її.

6 Залишки кислот, лугів і отруйних речовин перед зливанням слід нейтралізувати.

7 Розливу кислоту потрібно негайно нейтралізувати кальцинованою содою. Луг необхідно змити водою і нейтралізувати борною чи оцтовою кислотою.

8 Хімічні реактиви слід зберігати в призначеному для них місці у щільно закритих посудинах. На кожній посудині має бути прикріплена етикетка з назвою речовини і її концентрації. Не можна зберігати в одному приміщенні легкозаймисті рідини, азотну і сірчану кислоти, а також перманганат калію.

**Перелік посилань**

- 1 Андропов В.П. Плавно-литейное производство драгоценных металлов и сплавов.-М.: Металлургия, 1974.-320 с.
- 2 Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела.-Л.: Машиностроение, 1982.-384 с.
- 3 Комягин Ю.П.,Новиков В.П. Учебник ювелира-монтажника.-Л.: Машиностроение, 1986.-304 с.
- 4 Маргенков В.И. Ювелирное дело.-М.: Высшая школа, 1984.-192 с.
- 5 Новиков В.П.,Павлов В.С. Ручное изготовление ювелирных украшений.-Л.: Политехника, 1991.-208 с.
- 6 Техника художественной эмали, чеканки иковки.-М.: Высшая школа, 1986.-191 с.
- 7 Тойбл К. Ювелирное дело.-М.:Легкая и пищевая промышленность, 1982.-208 с.
- 8 Улаковский О. О. Ручное и машинное гравирование.-Л.: Машиностроение, 1990.-208 с.
- 9 Флеров А. В. Машиностроение и технология художественной обработки металлов.-М.: Высшая школа, 1981.-288 с.
- 10 Ледзевский В. С. и др. Художественнаяковка и литье.-М.:Машиностроение, 1989.-324 с.
- 11 Телесов М. С., Ветров А.В. Изготовление и ремонт ювелирных изделий.-М.: Легпромбытиздат, 1986.-192 с.
- 12 Зотов Б.Н. Художественное литье.-М.: Машиностроение, 1988.-304 с.
- 13 Селивашин С.А. и др. Технология ювелирного производства.-Л.: Машиностроение, 1978.-320 с.
- 14 Готов Л.А. и др. Художественное литье из драгоценных металлов.-Л.: Машиностроение, 1988.-224 с.
- 15 Малышев В.М., Румянцев Д.В. Серебро.-М.: Металлургия, 1979.-312 с.
- 16 Малышев В.М., Румянцев Д.В.Золото.-М.:Металлургия, 1979.-288 с.
- 17 Ювелирные изделия : Иллюстр. Словарь / Ванюшева Р.А., Ванюшов Б.Г. СПб.: Политехника, 2000.- 240 с.: с илл.
- 18 Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: МИСИС. 2001.- 336 с.

19 Соколов М.В. Художественная обработка металла. Азы филигрании. Учебное пособие для студентов ВУЗов. – М.: Гуманит. ВЛАДОС. 2003.- 144 с.

20 Васильев В.А. Изготовление художественных отливок. – Инженеринг проект. 2001.- 176 с.

21 Работа по металлу (чеканка, ковка, литье) – М.: Вече, 2000. – 176 с.

22 Урвачев В.П. и др. Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям из меди. – Челябинск. Metallurgia, 1991. – 168 с.

23 Васильев В.А. , Бех Н.И. и др. Изготовление художественных отливок. – М. : Интернет инжиниринг, 2001. – 208 с.

24 Дронова Н.Д. Оценка ювелирных изделий. Справочник.- М.: Metallurgia, 1995.- 304 с.

25 Готов Л.А., Никитин М.К. Справочник по художественной обработке металлов. СПб. – 1995 – 496 с.

26 Шнейдер Г.А. Основы художественной обработки металла. М.: Высшая школа, 1988. – 288с.

27 Технология конструкционных материалов. Лабораторные работы / Волчок И.П., Плескач В.М., Аверченко П.А. и др. – К.: Выща шк., 1990. – 152 с.

28 Правила устройства и безопасность сосудов, работающих под давлением. – М.: Metallurgia, 1975. – 103 с.

29 Магницкий О.Н., Пирайнен В.Ю. Художественное литье: Учебник для вузов. СПб.: Политехника, 1996. – 231 с.

30 Мінжолін О.І. Реставрація творів з металу. К. – 1998 – 213 с.