МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

КАФЕДРА «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни:
«ЮВЕЛІРНЕ ТА ХУДОЖНЄ ЛИТВО»
для студентів спеціальності 136 - Металургія
«Художнє та ювелірне литво»

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

КАФЕДРА «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних занять з дисципліни:
«ЮВЕЛІРНЕ ТА ХУДОЖНЄ ЛИТВО»
для студентів спеціальності 136 - Металургія
«Художнє та ювелірне литво»

Затверджено
на засідання кафедри МІМ
Протокол №7 від 25.04.2023

Одеса 2023

Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з дисципліни "Ювелірне та художнє литво" для студентів спеціальності 136 - Металургія «Художнє та ювелірне литво» / Укладач: М.П. Тур, Т.В. Лисенко, В.П. Доценко, В.В. Ясюков Одеса: Одеська політехніка, 2023.- 49 с.

Укладач: М.П. Тур, ст. викл.
Т.В. Лисенко, д.т.н. професор
В.П. Доценко, к.т.н. доцент
В.В. Ясюков, к.т.н. доцент

Методичні вказівки містять завдання до проведення лабораторних робіт з дисципліни «Ювелірне та художнє литво» для студентів напряму підготовки 136 - Металургія «Художнє та ювелірне литво».

На третьому етапі студенти отримують поглиблені знання та отримують навички з вивчення технології виготовлення ювелірних виробів, що дозволяє їм ознайомитись з навичками те технологічними особливостями одержання ювелірних виробів одержуваних за допомогою лиття в ливарні форми — моноліти.

Призначаються для студентів денної форми навчання.

Зміст

Практична робота № 1 *Виготовлення еластичних прес-форм* 6
Практична робота № 2 Пресування моделей, які виплавляються 7
Практична робота № 3 *Готування сумішей і одержання форм монолітів* 9
Практична робота № 4 *Термообробка ливарних форм-монолітів* 11
Практична робота № 5 *Формоутворення відливок під впливом примусового тиску* 13
Практична робота № 6 *Очищення і термообробка відливок* 15
Практична робота № 7 *Паяння твердими припоями* 17
Практична робота № 8 *Виготовлення замків* 19
Практична робота № 9 *Подовжнє прокатування* 21
Практична робота № 10 *Волочіння* 22
Практична робота № 11 *Аркушева штамповка* 23
Практична робота № 12 *Виготовлення каблучки* 24
Практична робота № 13 *Процес розмітки і різання заготівель* 26

ВСТУП

До ливарного виробництва відносяться різноманітні засоби виготовлення фасонних виробів (відливок) шляхом заливки ливарних форм рідким металом. Виробництво фасонных виробів безпосередньо з рідкого металу є одним із самих дешевих засобів виготовлення різноманітних деталей машин, конструкцій, приладів, предметів народного споживання. Тому ливарне виробництво знаходить широке застосування в різноманітних галузях народного господарства: машинобудуванні, металургії, станкобудуванні, будівельної промисловості та ін. В станкобудуванні маса відливок досягає 80 %, у машинобудуванні від 40 % до 80 % від загальної маси верстатів та машин. Перевагою ливарного виробництва у порівнянні з іншими засобами виготовлення металевих деталей (ковкою, штамповкою, прокаткою) є:

1) виготовлення виробів з будь-яких металів і сплавів, що володіють різними механічними властивостями: високою міцністю та пластичністю, різноманітними фізичними, хімічними і особливими властивостями, наприклад, високою або низькою електропровідністю, магнітною проникністю, жаростійкістю, жароміцністю, стійкістю в агресивних средовищах;

2) можливість одержання відливок різноманітної конфігурації, розмірів і маси;

3) можливість виготовлення виробів з високою розмірною точністю, що значно зменшує обсяг механічної обробки відливок;

4) порівняльна дешевина литтєвих виробів;

5) можливість широкої механізації та автоматизації виробничих процесів.

Для виготовлення відливок застосовуються різні форми, що класифікуються за наступними признаками:

1) за матеріалу форми - піщані і металеві. У залежності від стану форми поперед заливкою, піщані форми можуть бути сирими або сухими;

2) за тривалістю служби - разові, полупостійні та постійні;

3) за засобом виготовлення форм - ручна і машинна формовка. В даних методичних вказівках описується технологія ручної формовки при виготовленні разових піщаних форм та стрижнів.

Практична робота № 1 *Виготовлення еластичних прес-форм*

Процес виготовлення еластичних прес-форм для одержання моделей, які виплавляються, - один з самих трудомістких. У залежності від типу конструкції еластичних прес-форм (розрізні або роз'ємні) застосовують спеціальні металеві обойми або рамки для виготовлення еластичних прес-форм. Звичайно вулканізаційні обойми мають робочу порожнину круглої або прямокутної форми. Найчастіше вони виготовляються зі сталі або високоміцних алюмінієвих сплавів. Конструкція вулканізаційних рамок проста - це опоки з направляючими і штирями, що центрують. Обойми більш складні - це металева прес-форма з порожниною, що відповідає зовнішньому контуру майбутньої еластичної прес-форми. З метою зменшення типорозмірів вулканізаційних рамок-обойм і зниження витрати сирої гуми використовуються спеціальні збиральні пластини, що установлюються усередину рам-обойм із метою зменшення товщини гумової прес-форми. Частіше усього гумову прес-форму виготовляють із сирої гуми до складу якої входить до 20 компонентів. Основний компонент - це різноманітні каучуки: бутадієн-нітрільні (СКИ3, СКМ26, СКМ40М) і бутадієн-стирольні. Також входять різноманітні пластифікатори, барвники, наповнювачі (біла сажа) і агент, що вулканізує. Процес виготовлення розрізних еластичних прес-форм потребує високої кваліфікації від різьбяра гуми. Спочатку в порожнину нижньої частини прес-форми вкладають сиру гуму до площини рознімання обойми. Модель-еталон вдавлюють у сиру гуму до її середини. Якщо виріб має складні внутрішні порожнини або піднутріння, то необхідно заповнити їх шматочками сирої гуми. Після цього вкладають сиру гуму на модель-оригінал в об'ємі який дорівнює об'єму верхньої частини прес-форми і накривають обоймою, затискають струбцинами і передають на вулканізацію. Після вулканізації й охолодження прес-форму видаляють з обойми і приступають до розрізування на дві половинки. Кваліфікація різьбяра гумової прес-форми полягає в тому, що він повинен розрізати по складній площині прес-форму, провівши лінію рознімання строго посередині моделі. У випадку складних внутрішніх порожнин необхідно передбачити стержень, що вирізується по конфігурації піднутріння. Стержні найчастіше розрізаються на декілька частин, щоб їх можна було легко вийняти з восківки, не зламавши її. Після видалення оригіналу і проставлення стержнів, прес-форма готова до заливання розплавленим воском.

Ціль роботи - придбання навиків у виготовленні розрізних еластичних прес-форм.

Устаткування, інструменти і матеріали: вулканізаційний прес, обойми, струбцини, моделі-еталони, сира гума, присипки

Хід роботи:

1. Одержати сиру гуму і модель-еталон, обойму
2. Перекласти прошарками сирої гуми модель-еталон в обоймі
3. Вулканізувати гуму з моделлю
4. Остудити обойму з еластичною прес-формою
5. Зробити розрізку прес-форми і видалення моделі-еталона
6. Запротоколювати результати роботи
7. Зробити висновки по роботі

Контрольні питання

1. Яким чином формують порожнину в еластичній прес-формі?
2. Що необхідно передбачити при виготовленні якісної прес-форми?
3. На основі яких каучуків виготовляють еластичні прес-форми?
4. Які етапи виготовлення еластичних прес-форм?
5. Що сприяє зниженню витрати сирої гуми?

Практична робота № 2 Пресування моделей, які виплавляються

Литво за моделями, які виплавляються, широко застосовується в машинобудуванні, приладобудуванні й інших галузях. Основою служить якісна модель, яка вилучається, розміри якої і конфігурація відповідають майбутньої видливці. Як приклад одержання точних моделей, які виплавляються, може служити заповнення гумових прес-форм при тиражуванні масових ювелірних виробів. Заповнення еластичних прес-форм розплавленим воском відбувається на спеціальних інжекційних установках, що представляють собою ємкість з розплавленим воском, поміщену у ємкість з олією. Розплавлений віск поступає у прес-форму через спеціальний клапанний пристрій - сопло інжектора під впливом стислого повітря. Ємкість із воском поміщають в олію для того, щоб підтримувати постійну температуру розплавленого воску. На початку температуру піднімають до 120°С, щоб цілком розплавити віск і не було деструкції компонентів. А потім температуру воску знижують до 70-85°С - оптимальної температури для його запресовки в прес-форму. Щоб не спостерігалося замерзання воску в соплі інжектора, передбачений його нагрів до температури 90-95°С. Тиск стислого повітря над воском, у залежності від габаритів і ваги восківок, коливається в межах від 0,05 до 0,2 МПа. У процесі виготовлення моделей, які виплавляються, потрібно постійно контролювати технологічний режим виготовлення моделі, яка виплавляється. Для кожного виробу дослідним шляхом підбирається температурний режим розплавленого воску, прес-форми, витягу моделі; тимчасові режими заповнення прес-форм, витримки моделі в ній, так само тиски запресовки розплавленого воску. Все це дозволяє одержувати виливки зі стабільними розмірами і мінімальними відхиленнями за вагою, що важлива для виливків із благородних металів. Збірка моделей для ювелірних виливків у блоки здійснюється на стояках діаметром 6-8 мм. Частіше вони круглого перерізу, конусоподібної форми, виконані з воску із внутрішнім металевим стержнем. Стояк звичайно закріплюють на гумовому піддоні. Моделі ювелірних виливків розташовують по колу стояка під кутом, у декілька ярусів. Вироби при збірці повинні підбиратися за конфігурацією і вагою. Збірку здійснюють за допомогою електричного шпателя. При цьому встановлено, що нижній ряд моделей повинен знаходитися на відстані не менш 10 мм від верхівки литникової чаші. У цьому випадку буде якісне заповнення металом порожнини ливарної форми без утворення недоливів, пористості і сприяє виходу повітря. Слід також при зборці моделей на стояку враховувати відстань від виливків до стінок опоки, що звичайно дорівнює 10-15 мм. При рівномірному розташуванні виливків по колу і висоті стояка можна домагтися направленого затвердіння виливків.

Ціль роботи - вивчення процесу формоутворення дрібних моделей, які виплавляються.

Устаткування, інструменти і матеріали: інжекційна установка, гумові прес-форми, шпателі, віск, розділювальне мастило.

Хід роботи

1. Одержати гумову прес-форму, інструменти і матеріали.
2. Встановити оптимальну температуру розплавленого воску.
3. Провести попередні запресовки воску в прес-форму.
4. Відпрацювати режими виготовлення воскової моделі на інжекційній установці.
5. Закріпити воскові моделі на стояку, установленому на подопочному конусі.
6. Запротоколювати технологію виготовлення моделей, які виплавляються.
7. Зробити висновки про пророблену роботу.

Контрольні питання

1. Яка сутність формоутворення ажурних тонких моделей?

2. Які основні компоненти модельних составів?
3. Що таке інжекційна установка?
4. Які параметри визначають якість моделі, яка виплавляється?
5. Які принципи проектування модельного блоку?

Практична робота № 3 *Готування сумішей і одержання форм монолітів*

Широке застосування для ливарних форм-монолітів одержали гіпсові суміші, які складаються з кременю та самостійно твердіють. Головним сполучним матеріалом у таких сумішах є високоміцний гіпс. Його показники міцності визначаються невеликим розміром полугідрату гіпсу з волокнистою структурою, що одержують за рахунок термообробки в автоклавах при температурі 130 ^{0}С и тиску 2 атм. Це дозволяє при зниженні кількості води, що зачиняє, при рівній рідинорухомості суміші одержувати міцність у 2-5 разів вище, ніж у сумішей на гіпсі. Для надання термостійкості ливарним формам і компенсації усадки гіпсу, що виникає внаслідок втрати кристалізаційної вологи при температурі 200-240 ^{0}С, необхідне застосування вогнетривкого наповнювача. Частіше застосовуються мінерали, що складаються з кременю. Одним із найбільш поширених є кристобаліт. Кристобаліт в інтервалі температур 225 – 240 ^{0}С зазнає модифікаційне перетворення зі збільшенням обсягу на 1,8 %. Виготовлення форм-монолітів включає декілька основних етапів. Одержання суспензії. Для цього відміряну кількість води виливають у посудину, у яку засипають задану кількість порошку й інтенсивно перемішують. Перемішування звичайно ведуть під вакуумом. Залишковий тиск 10 кПа. Це дозволяє активно видаляти повітря, що виділяється при змішуванні порошку з водою, і домогтися однорідності суспензії.

Заливають отриману суспензію в опоку, установлену на гумовому піддоні з модельним кущем. Заливання ведуть на вібростовбі. Бажано, щоб суміш стікала по стінках опоки щоб уникнути поломки моделі. Після завершення заповнення опоки, проводять вібровакуумування суміші - не менше 2 хв. При вбровакуумуванні залитої опоки проходить інтенсивне виділення повітря, що супроводжується підйомом суспензії в опоці. При вібровакуумуванні залитої опоки проходить інтенсивне виділення повітря, що супроводжується підйомом суспензії в опоці. Щоб уникнути переливання суспензії через край опоки, на останню одягають гумові манжети, які за висотою рівні 1/3 опоки. У сучасних установках для готування суспензій і заливання опок усе відбувається під вакуумом. Після зняття вакууму, видалення манжети, ливарну форму встановлюють для процесу твердіння. Для остаточного затвердіння суміші необхідно не менше 1 години витримки для опок діаметром до 75 мм і висотою до 140 мм. При збільшенні діаметру вдвічі - час витримки підвищують до 3 годин. Тільки після такої витримки можна встановлювати ливарні форми в сушильні шафи для видалення воску.

Ціль роботи - освоєння формоутворення ливарних форм-монолітів з рідких гіпсових сумішей.

Устаткування, інструменти і матеріали: кульовий млин, вібраційний столик, вакуумний насос, опоки, підопочні плити, компоненти формувальної суміші, секундомір, мірні ємкості.

Хід роботи

1. Одержати компоненти формувальної суміші й інструменти.
2. Зважити компоненти формувальної суміші.
3. Приготувати суху формувальну суміш на кульовому млині.
4. Відміряти необхідну кількість води і влити в гумову колбу.
5. Зробити віброформовку опок рідкою гіпсовою сумішшю.
6. Запротоколювати параметри виготовлення ливарної форми-моноліту.
7. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Які основні компоненти гіпсових формувальних сумішей?
2. Чим визначається міцність форм-монолітів після твердіння?

3. У чому полягає формоутворення ливарних форм-монолітів?
4. Які вимоги до формувальних сумішей?
5. Які параметри визначають якість ливарних форм-монолітів?

Практична робота № 4 *Термообробка ливарних форм-монолітів*

Видалення воску з ливарних форм-монолітів проводиться при температурах 100-150 ^{0}С. Форма встановлюється униз литниковою чашею і, у міру розплавлювання воску, він випливає з ливарної форми і збирається на дні сушильної шафи. По системі спеціальних патрубків його збирають у ємність для фільтрації і подальшого використання. Всі шафи, призначені для видалення воску, постачені системою для автоматичної підтримки температури. Так само регламентується час видалення воску - від одного до декількох годин. Порушення режиму видалення воску різко знижує його реологічні характеристики. У процесі видалення воску до 50 % залишається в порах форм.

Процес високотемпературної обробки призначений для видалення органічних складових, створення необхідної тривкості ливарної форми при примусовому заливанні розплавленого металу, нагрівання ливарної форми до температури, необхідної для заповнення її робочої порожнини. Прокалювання ливарних форм роблять в електричних печах, постачених програмним керуванням, що забезпечує автоматичне регулювання режиму прокалювання форми в залежності від використаної формувальної суміші і розмірів ливарної форми. Після видалення воску й установки ливарної форми в холодну піч, починають нагрів її зі швидкістю, що залежить від потужності печі, до температури 230-250 ^{0}С. При цій температурі роблять витримку від 3 до 6 год. у залежності від габаритів ливарної форми. Тимчасова витримка необхідна для повного видалення кристалізаційної вологи гіпсом, поліморфних перетворень кристобаліту. Подальший нагрів ведуть зі швидкістю 100 ^{0}С на годину до температури 730-760 ^{0}С, при якій проводиться витримка з метою видалення органічних складових. З метою прискорення видалення органічних складових створюється окисна атмосфера печі за рахунок інтенсивної витяжної вентиляції. Тривалість витримки складає не менше 5 год. при цій температурі, а потім роблять зниження температури форми до 500-550 ^{0}С, тобто температури, при якій буде заливатися рідким металом ливарна форма. В даний час починає практикуватися метод заливання форм при визначеній температурі для кожного сплаву, тобто температура форми дорівнює половині температури плавлення сплаву плюс 20-30 ^{0}С. Весь температурний інтервал прокалювання форми займає від 16 до 22 год. і залежить від типу сплаву, що заливається. Режим прокалювання кварцових сумішей трохи відрізняється. На початку нагрівають до температури 300 ^{0}С и витримують. При цій температурі проходить повна дегідрація гіпсу. Подальший нагрів із швидкістю 100 ^{0}С на годину ведуть до температури 580 - 590 ^{0}С з тимчасовою витримкою не менше 5 годин. Потім нагрів до температури 800 - 850 ^{0}С. Температуру ливарної форми під заливку знижують до 600-650 ^{0}С.

Ціль роботи - освоєння формоутворення ливарних форм-монолітів із рідких гіпсових сумішей.

Устаткування, інструменти і матеріали: сушильна шафа, термічна піч, опоки, потенціометри, кліщі, секундомір.

Хід роботи

1. Виплавити віск з ливарної форми в сушильній шафі.
2. Перенести форми в термічну піч.
3. Задати тривалість і параметри термообробки.
4. Провести термообробку ливарної форми.
5. Запротоколювати параметри термообробки ливарної форми-моноліту.
6. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Які особливості видалення воску з форм?

2. Що впливає на якість виплавленого воску?
3. Як установлюють параметри термообробки ливарних форм-монолітів?
4. Чим визначається графік термообробки ливарних форм?
5. Від чого залежить кінцева температура нагрівання ливарних форм?

Практична робота № 5 *Формоутворення відливок під впливом примусового тиску*

Процеси плавлення і заливки благородних металів роблять в одній установці. У цьому випадку плавлення ведуть в печах опору або в печах з індукційним нагріванням. У випадку плавлення золота або срібла їхнє розплавлювання здійснюють у графітових тиглях, заливку роблять шляхом установки ливарної форми на тигель з розплавленим металом із наступним додаванням тиску. У випадку використання відцентрового принципу - тигель кріпиться на спеціальному пристрої, що може обертатися навколо вертикальної осі.За рахунок спеціальних вантажів роблять врівноважування ваги тигля і ливарної форми, щоб не було биття. При вмиканні установки тигель із ливарною формою займають горизонтальне положення і, за рахунок відцентрових сил, розплавлений метал переміщається в порожнину форми. У сучасних установках швидкість обертання складає 200 - 220 об/хв. Складність приводу відцентрових установок, а так само підводу води, що охолоджує, до індуктора, змусили розробити установки на основі принципу вакуумного всмоктування. Тут немає обертових частин, але необхідний металопровід, що з'єднує метал із порожниною ливарної форми. При створенні розрядження відбувається переміщення металу в порожнину ливарної форми зі швидкістю 10 м/с. Плавлення в графітових тиглях починають із завантаження флюсу - суміші з борної кислоти і бури. Піднімають температуру до 800-850^{0}С для розплавлення флюсу. Можна вводити дерев'яне вугілля і починати завантажувати основний компонент. Після розплавлювання металу вводять легуючий компонент, як у чистому виді, так і у виді лігатур. Потім вводять відходи власного виробництва, що повинні бути висушені при температурі 150 ^{0}С. Потім піднімають температуру до 1100-1150 ^{0}С для золота, а для срібла – 980 ^{0}С. У печах опору контроль температури ведуть платиновими термопарами, в індукційних - оптичними пірометрами. Після доведення температури до заданої роблять розкислення фосфористою міддю в кількості 0.1%, здійснюють механічне перемішування. У випадку плавлення сплаву білого золота, необхідне застосування корундових тиглів, оскільки нікель взаємодіє з графітом. Звичайно плавка ведеться під флюсом, температура заливки 1200-1300 ^{0}С.

Платинові сплави розливаються в ізложниці. Через високу температуру й активність сплаву, плавку ведуть у цирконієвих тиглях. Графіт неприпустимий, тому що при кристалізації сплаву він виділяється по кордонах зерен, а у випадку тиглів, що мають кремнезем, утворяться легкоплавкі сполучення, що знижують текучість сплаву.

Залиті ливарні форми-моноліти знімають з установки і встановлюють униз литниковою чашею для охолодження до кімнатної температури і після цього опускають у проточну воду.

Ціль роботи - ознайомлення з формоутворенням відливок під впливом примусового тиску.

Устаткування, інструменти і матеріали: відцентрова і вакуумна заливальні установки, газовий і бензиновий пальники, шихтові матеріали, ливарні форми, камерна піч, набір шліфувального паперу, установка для полірування шліфів, набір інструментів для плавки, заливки і виготовлення шліфів, спецодяг.

Хід роботи

1. Прокалити форми до температури заливки.
2. Підготувати устаткування до плавки металу і заливці ливарних форм-монолітів.
3. Встановити форми на заливальну установку і зробити плавлення металу.
4. Залити форми й остудити до кімнатної температури.
5. Вибити форми, очистити відливки і вирізати шліфи.
6. Зробити порівняльний аналіз макрошлифів.

Контрольні питання

1. У чому особливості заливки форм на установках вакуумного усмоктування?
2. Що впливає на вибір типу плавильно-заливальної установки?
3. Які параметри визначають заповнення порожнини ливарної форми?
4. Від яких параметрів лиття залежить щільність виливків?
5. Які методи захисту поверхні розплаву від окислювання при плавці відкритим полум'ям?
6. Від чого залежить переріз литникових каналів?

Практична робота № 6 *Очищення і термообробка відливок*

Після вибивання залитих форм у проточній воді, виливки потребують додаткового очищення. На заводах для цих цілей застосовується плавікова кислота HF або водяний розчин NaOH. Температура в очисній камері 60-70 ^{0}C, час очищення 5-7 хв. На поверхні виливків після такого очищення залишається невеличкий прошарок пригара, залишки окислів і флюсів, що видаляють відбілюванням. Відбілювання проводиться в розчинах мінеральних кислот: сірній, солянійї, азотній. Для золотих сплавів частіше усього застосовують 10-15 % водяний розчин азотної кислоти, температура нагрівання якого 70-80 ^{0}C. Час відбілювання 1-5 хв. Для срібних сплавів часто використовують 5-15 % водяний розчин сірчаної кислоти при 40-70 ^{0}C. Чим вище температура розчину, тим менший час для відбілювання виробу; звичайно від 2-20 хв. Відбілювання звичайно проводять у кислостійкій посуді (скляній, порцеляновій, титановій). Для срібних сплавів часто використовують 5-15 % водяні розчини сірчаної кислоти при 40-70 ^{0}C. Чим вище температура розчину, тим менше час для відбілювання виробу; звичайно від 2-20 хв. Відбілювання звичайно проводять у кислостойкой посуді (скляній, порцеляновій, титановій). Нагрів обов'язково ведуть у витяжних шафах. Виймання виробу з отбілів можна робити тільки мідними пінцетами. Після відбілювання виріб необхідно старанно промити струмом проточної води і просушити при 100 - 120 ^{0}C. Також неприпустимо в процесі відбілювання влучення металу, який не входить до складу виробу.

Термообробка виливків проводиться для запобігання утворення тріщин і оптимізації міцностних властивостей. Чинниками, якими визначається результат термообробки, є: температура нагрівання, швидкість нагрівання, тривалість термообробки, швидкість охолодження. Віджиг відливок при температурі 700 - 750 ^{0}C знімає внутрішні напруги в золотих сплавах. За допомогою загартування одержують більш низьку тривкість, що дозволяє легше опрацьовувати сплави. Наступні пайка і різке охолодження також знижують тривкість. Тому готові вироби піддають високотемпературному відпуску або штучному старінню. Для срібних сплавів відпустка проводиться при температурі 200 - 250 ^{0}C, а для золотих при 350 - 400 ^{0}C. Всі види термообробки проводяться в термічних печах. У випадках індивідуального виробництва для нагрівання під віджиг і загартування використовують бензинові горілки.

Ціль роботи - вивчення процесів очищення відливок та їх термообробки

Устаткування, інструменти і матеріали: установка для очищення відливск, газова горілка, хімічні реактиви, ливарні форми, камерна піч, набір термостійкого посуду, потенціометр, набір інструментів для очищення, термообробки виливків, спецодяг.

Хід роботи

1. Вибити форми, відрізати литникову систему і помістити відливки в установку для очищення.
2. Зробити очищення відливок протягом заданого часу.
3. Відпалити відливки й відбілити, промити і просушити.
4. Провести штучне старіння виливків.
5. Зробити порівняльний аналіз даних за твердістю виливків.

Контрольні питання

1. Які методи очищення ювелірних відливок?
2. Чому не можна використовувати сталевий інструмент для виймання відливок з відбілу?
3. Чому не можна перегрівати травильний розчин?
4. Яка послідовність термообробки ювелірних виробів?
5. Яка тривалість штучного старіння ювелірних виробів?

Практична робота № 7 *Паяння твердими припоями*

Паяння - це міцне з'єднання елементів виробу за допомогою припоїв. Припої - це сплави, що мають температуру плавлення більш низьку, ніж елементи, які з'єднуються. Припій у розплавленому стані вводиться в зазор між елементами, що з'єднуються, інтенсивно змочуючи частини виробу, часто перебудовуючи структурну решітку твердих елементів, що паяються. При цьому відбувається дифузія припою в тіло елементів, що з'єднуються. У процесі охолодження припій кристалізується, при цьому процес дифузії продовжується, і може відбуватися в процесі всієї експлуатації виробу. Чим ближче кристалічна решітка частин і припою, що паяються, тим вище міцність шва, що паяється, тим він надійніше. Істотну роль тут грає також розмір зазора між елементами, що паяються: він повинен бути якнайменше. Крім того, якість припою багато в чому залежить від різниці температур плавлення основних елементів і припою. Ця різниця . повинна бути мінімальною, але не менше 40 ^{0}C . При меншої різниці можливе розплавлювання елементів, що з'єднуються. Припій завжди повинен розплавлятися раніш, щоб його можна було направити в потрібному напрямку. Оскільки він рухається убік більш високої температури, то полум'я горілки необхідно спрямовувати убік заповнення шва. Особливий вплив на розтікання припою, і як наслідок, якість шва, що паяється, надає шорсткість поверхні елементів, що спаюються. Якщо нерівності поверхні спрямовані уздовж руху припою, що розтікається, то він по них як по капілярах, заповнює всю поверхню змочену флюсом. Якість шва, що паяється, залежить також від якості флюсу, температура його плавлення повинна бути набагато нижче температури плавлення. припоя. Розтікаючись, флюс змочує поверхню елементів, що з'єднуються, очищає від різноманітних окислів і неметаличних включень, сприяє кращої змочуваності поверхні елементів, що з'єднуються у розплавленому припої, покращує процес дифузії.

Якість шва, що паяється, багато в чому визначає тип з'єднання елементів: у стик, нахлистом, у стик під кутом. З'єднання у стик є найбільш простим, але не особо міцним. Частіше використовується при з'єднанні дрібних виробів. Особливо важливим є готування елементів під паяння, яке повинно містити в собі насамперед: механічне очищення, створення нормальної заданої шорсткості, підгонка друг до друга елементів, що з'єднуються. При цьому величина зазору повинна бути не більш 0,1мм; необхідно прагнути до як можна меншої величини. Після підгонки елементів приступають до знежирювання поверхні хімічним засобом. Знежирювання ведуть різноманітними розчинами, а травлення кислотами. Після цього виріб старанно переглядають на предмет наявності різноманітних пор і інших порожнин. Якщо виріб дутий (кулька і т.п.), то обов'язково просвердлюють отвір необхідний для виходу повітря, що розширюється при нагріванні виробу. Звичайно цей технологічний отвір роблять у мало помітній частині, тому що його не запаюють. Труднощі при паянні порожніх виробів можна усунути вставкою тонкого листа між елементами, що паяються.

Ціль роботи - придбання практичних навиків у технології одержання жорсткого з'єднання твердими припоями.

Устаткування, інструменти і матеріали: заготівлі для паяння, припої, флюси, травильні розчини і розчини, що відбілюють, бензиновий пальник, спецодяг.

Хід роботи

1. Одержати матеріали й інструменти для підготовки заготівель до паяння.
2. Обезжирити заготівлі, висушити і підігнати місце стику.
3. Зробити укладку припою, нанесення флюсу і паяння.
4. Протравити паяний виріб, промити і висушити.
5. Запилити паяний шов і оцінити якість паяння.

Контрольні питання

1. Які основні типи припоїв застосовуються в ювелірній технології?
2. Яке призначення флюсів, методи їхньої підготовки і нанесення?
3. Які параметри визначають якість паяного шва?
4. Яке устаткування застосовується для процесу паяння?
5. Які принципи підготовки виробів до паяння?

Практична робота № 8 *Виготовлення замків*

Пружинні замки для сережок є одними із самих складних. Складаються з гачка у верхній частині підстави сережки і стійки в нижній частині підстави, а частина, що відкидається, називається швензой. По конструкції швензи бувають двох основних видів. Якщо проріз знаходиться в дзьобі швензи, то така швенза називається галантерейною. Якщо дзьоб розташований на підставі сережки, то така швенза називається ювелірною. У першому випадку швенза відкидається на 180* щодо прапорця. Ювелірна швенза більш практична, але складна у виготовленні. Для виготовлення швензи служать заготівля квадратного перерізу 2,2-2,5 мм. Для виготовлення швензи беруть заготівлю подвійної довжини (для двох сережок); роблять розмітку справа і зліва на довжину хвостовиків, а посередині на довжину двох дзьобів. Після розмітки хвостовики злегка розгортають звичайно до товщини 1,5-1,7 мм. Потім роблять сгинання заготівлі, щоб одержати дві швензи з хвостовиками і дзьобами. Після цього заготівля розрізається. Прорізається в дзьобі паз на глибину 10-15 мм, готують пластинку, по товщині рівну прорізаному пазу, щоб вона входила в паз і давала можливість вільно відкидатися швензі. Якщо це ювелірна швенза, то дзьоб від хвостовика відрізається і припасовується до підстави сережки і припаюється, а стійка-прапорець припасовується до хвостовика швензи. А якщо галантерейна швенза, то дзьоб не відрізується від хвостовика, а прапорець припаюється до підстави. Гачок майже не відрізняється від хитного, але має особливість: насамперед у виді спеціального виступу, щоб він замикався в пазу швензи. Пластинка для гачка звичайно плоска.

Дротовий замок - один із самих простих і надійних замків. Складається з гачка і петлі, що шарнірно кріпиться до підстави сережки. Гачок у виді петлі жорстко кріпиться у верхній частині підстави сережки, виконується з дроту з перерізом 0,8-1,1 мм. Петля виконується з дроту з тим же перерізом, із заготівлі довжиною 15 мм, яку згинають у виді трикутника. Шарнір одержують шляхом припаювання трубки діаметром 0,8 мм до підстави сережки, її довжина не менш 3 мм, куди заводиться петля у виді трикутника, і запаюється у верхній частині.

Гвинтовий замок - частіше застосовується для біжутерії і срібряних виробів, їх виконують у виді штифтів із заскочками, а для більш дорогих - у виді штифтів із різьбою і баранчиком для затискача. Спочатку вибирають діаметр дроту 1,2-1,3 мм, і припаюють до підстави сережки, відрізають на необхідну довжину, приблизно 10 мм. Після цього на ньому нарізають різьбу. Баранчик вирізують із пластинки товщиною 1,5 мм у виді кола діаметром 5-7 мм. У центрі просвердлюють отвір із діаметром необхідним для нарізки відповідної різьби.

Ціль роботи - вивчення конструкцій замків для сережок, їхньої роботи і засобів виготовлення.

Устаткування, інструменти і матеріали: волочильні дошки з набором фільєр, вальці, пальник, штангенциркуль, ножиці, лобзик, молоток, плоскогубці, круглогубці, напилки, надфілі, заготівлі металу, флюс, припій, відбіл, установки для поліровки, спецодяг.

Хід роботи

1. Протягнути заготівлю металу для дротів усіх розмірів через необхідне число фільєр.
2. Прокатати заготівлю для швенз до відповідної товщини.
3. Зробити розрізку заготівель на окремі елементи.
4. Зібрати замки і припасувати до відповідних місць підстави сережки.
5. Провести припаювання відповідних елементів до сережки, зробити її відбілювання.
6. Пополірувати сережку і перевірити якість складання замка і його роботи.

Контрольні питання

1. У чому сутність ручного методу виготовлення замків?
2. Які особливості підготовки до складання і паяння замків?
3. Що визначає конструкцію замка?
4. Які дефекти характерні для різноманітних типів замків?
5. У чому переваги ювелірних швенз?

Практична робота № 9 *Подовжнє прокатування*

Прокатка - вид обробки металів тиском, при якому метал, проходячи між обертовими валками, змінює форму і розміри. Прокатка - безупинний процес, тобто профіль металу, що прокачується, змінюється по всієї довжині прокату. Профілем прокату називають поперечний переріз металу, що прокачується. Вальцювання - це місцева прокатка обмеженої ділянки злитка. У виробництві ювелірних і художніх виробів застосовується тільки холодна аркушева і профільна прокатка. В умовах майстерень для прокатки використовують двовалкові прокатні вальці з ручним або електричним приводом. З метою підвищення пластичності злитків металів їх піддають куванню і наступному відпалу. Вид вихідної заготівлі залежить від форми валків. Валки циліндричні з гладкою поверхнею служать для прокатки злитків у листи, профільних на площину. Валки профільні призначені для одержання заготівель заданого сортаменту. Вони являють собою циліндри з проточками різних профілів, називаних струмками. Кожна пара профільних валків утворить систему калібрів. Калібр-просвіт, утворений двома струмками сполучених валків. Частіше використовуються два види калібрів: квадратний і сегментний. Квадратний калібр утворений двома прямокутними рівнобедреними трикутниками. Призначений для прокатки злитків під волочіння дроту. Сегментний калібр утворений профільним валком із струмками овальних профілів і гладким валком. Сегментне калібрування дозволяє одержувати заготівлі шинок і інших елементів виробів.

Ціль роботи - вивчення конструкцій вальців і особливостей їхньої роботи.

Устаткування, інструменти і матеріали: вальці з гладкими і профільними валками, пальник, злитки металу, молотки, ковадло, пінцети, відбіл.

Хід роботи

1. Одержати злитки металу, інструмент і відбіл.
2. Проковати злиток, відпалити і відбілити, сушити.
3. Прокатати злиток до відповідної товщини або профілю.
4. Обпилити заготівлю й оцінити її якість.
5. Зробити висновки про пророблену роботу.

Контрольні питання

1. Які основні принципи прокатки і деформації злитка?
2. Які види дефектів характерні для профільної прокатки?
3. Для чого необхідний відпал злитка в процесі прокатки?
4. У чому різниця між квадратними і сегментними калібрами?
5. У наслідок чого виникає нерівномірність деформації заготівлі при прокатці?

Практична робота № 10 *Волочіння*

Процес волочіння - протягання пруткової, дротової, трубної або профільної заготівлі через конічний отвір для зменшення їхнього поперечного розміру і збільшення довжини. Основний волочильний інструмент - матриці, або фільєри, з отворами, через які протягають заготівлю. Протягання забезпечує комплект матриць - волочильна дошка, фільєрна або циайзен. Волочильні отвори або волоки складаються з чотирьох зон: мастильної воронки, робочого конуса, паска, що калібрує, і вихідної розпушки. Мастильна воронка призначена для подачі мастила в робочий конус і охорони заготівлі від задирів. Робочий конус забезпечує обтиснення заготівлі до визначеного розміру. Пасок, що калібрує, забезпечує задану точність і правильність конфігурації. Вихідна розпушка охороняє вихідний отвір від деформацій і усуває задири заготівлі об краї фільєр.

Процес волочіння починають із підготування заготівлі. Якщо це злиток, то його прокочують у валках: квадратних - для дроту, гладких - для стрічок під волочіння трубної заготівлі. Прокатування квадратної заготівлі ведуть до перерізу 1,2-1,5 мм, а стрічки - до 0,3-0,5 мм. Потім кінець заготівлі обпилюють так, щоб він вільно входив у декілька отворів, що зменшуються. Довжина кінця заготівлі повинна бути достатньою для захоплення губками цицанги. Цицанги - кліщі з плоскими губками, на робочої частині яких є дрібна насічка. Попередньо змастивши заготівлю, її просмикують в отвір жорстко закріпленого циайзена. Під рівномірним натягом протягають весь дріт крізь отвір волочильної дошки з поступовим зменшенням діаметра волок. У процесі волочіння дріт нагартовується і потребує періодичного відпалу 2-3 рази.

Волочіння трубок починають із розрахунку розмірів заготівлі. Вихідними даними служать внутрішній діаметр трубки і товщина прокату. Потім відрізають заготівлю необхідної довжини з урахуванням захвату. Захват виконується у виді клину або припаювання дроту рівного внутрішньому діаметру трубки. Змастивши заготівлю протягають її крізь волоку, зворачуючи стрічку в трубку. Розмір фільєр вибирають таким, щоб краї трубки не були щільно зімкнутими. Під час протягання стрічки стежать, щоб вона знаходилася в одному положенні, а фуга (шов) не перекручувалася.

Ціль роботи - вивчення конструкцій волочильних дощок, одержання дротових і трубчастих заготівель.

Устаткування, інструменти і матеріали: вальці з гладкими і профільними валками, волочильна дошка, пальник, злитки металу, цицанги, напилки, ковальня, пінцети, відбіл.

Хід роботи

1. Одержати злитки металу, інструмент і відбіл.
2. Проковати злиток, відпалити і відбілити, сушити.
3. Прокатати злиток до відповідної товщини або профілю, запилити кінець.
4. Протягнути заготівлю до заданого перерізу дроту або трубки.
5. Відпалити і відбілити заготівлю, оцінити її якість.
6. Зробити висновки про пророблену роботу.

Контрольні питання

1. Які основні принципи волочіння дроту і трубок?
2. Для чого необхідний відпал заготівлі в процесі волочіння?
3. У чому різниця між процесами волочіння дроту і трубки?
4. Які причини обриву і перекручування дроту і трубок?

5 Як розраховуються розміри заготівлі для волочіння трубки?

Практична робота № 11 *Аркушева штамповка*

Штамповкою називають процес обробки металів тиском за допомогою штампів. Штамповка заснована на використанні пластичних властивостей оброблюваних матеріалів. Метали і сплави в ювелірному виробництві піддаються частіше холодній штамповці. Це один із найбільш поширених видів обробки тиском, у процесі якого формоутворення відбувається шляхом впливу робочих частин штампа на матеріал заготівлі, що знаходиться в холодному стані. У якості заготівлі використовують аркушевий матеріал, а в якості устаткування - преси. Штампи служать технологічною оснасткою. Операції холодної штамповки діляться на розділювальні і формозмінні. Розділювальні операції - це ті, при яких одна частина металу відокремлюється від іншої. До них належать різання, вирубування, пробивання. Формозмінними називають операції, при яких змінюється форма без руйнації заготівель. До цих операцій належать вигибання, витяжка, карбування, правка. Якщо за один прохід штампа виконується відразу декілька операцій, то їх називають комбінованими. Штампи для холодної штамповки різноманітні, але, незважаючи на технологічні і конструктивні особливості, усі вони складаються з двох частин - верхньої і нижньої. Нижня частина штампа кріпиться, звичайно, на нерухомій частині преса, а верхня з рухливою - повзуном. Формоутворення заготівлі відбувається при змиканні обох частин штампа під впливом преса. При роботі на пресах будь-якої конструкції забороняється тримати руки в зоні дії штампів включеного преса. Установка і наладка оснастки повинна відбуватися тільки при виключеному пресі. Робота на пресах із знятим огородженням рухливих деталей без кожухів забороняється.

Ціль роботи - вивчення конструкцій штампів і пресів для аркушевої штамповки заготівель.

Устаткування, інструменти і матеріали: вальці, прес, штампи, злитки металу, пальник, напилки, ковадло, пінцети, відбіл.

Хід роботи

1. Одержати злитки металу, інструмент і відбіл.
2. Проковати злиток, відпалити і відбілити, сушити.
3. Прокатати злиток до відповідної товщини.
4. Відпалити і відбілити заготівлю, оцінити її якість.
5. Вирубати заготівлю на розділювальному штампі.
6. Гнути заготівлю на формотворному штампі.
7. Зробити висновки про пророблену роботу.

Контрольні питання

1. Які основні принципи аркушевої штамповки?
2. Для чого необхідне прокатування і механічне різання заготівель перед штамповкою?
3. У чому різниця між розділювальними і формотворними операціями штамповки?
4. Яка різниця між операціями вирубування і пробивання?
5. Яка основна умова якісного формоутворення при штамповці?

Практична робота № 12 *Виготовлення каблучки*

Роблять креслення виробу. Відливають у чепеті заданого діаметра заготівлю. Обпилюють заготівлю в місцях під прокатку в струмках по ширині декілька більшій або рівній ширині майбутньої шинки каблучки, а потім прокочують у гладких валках, щоб одержати задану товщину (або прокочують у профільних струмках). Згинають, зводячи кінці заготівлі встик (по середньому діаметру каблучки і середньої його довжині). Потім пропилюють лобзиком, щоб створити строго рівнобіжний розріз і знову підгортають каблучку встик (не більш 0,1 мм), рихтують, готують припій. Відфлюсовується і запаюється місце стику; опилюється внутрішній шов і рихтується по внутрішньому діаметрі. Далі рихтують бічні грані й обпилюють напливи. За кресленням заготівлі каста наготовлюють потрібної товщини пластинку в плоских валках, загинають заготівлю в циліндр. Місце стику пропилюється і паяється, потім обпилюють місце паяння, але попередньо рихтується на циліндричному оправленні потрібного діаметра. Після цього касту придається конічна форма і підрихтовується на конічному рігелі. Проводять чергову опилку внутрішньої поверхні, намічають на поверхні заготівлі рант, богани, крапани. Відрізають рант, приступають до вирізання крапанів і боганів. Відрізаний рант припасовується до боганів, і потім припаюється до них. За малюнком і розмірами накладок вибирають пластинку, із розрахунком виготовлення як мінімум двох накладок. Пластинку вирівнюють і, якщо є штамп, відбувається штамповка і вибивка накладки, її опиловка. Після цього розрізають шинку (у тому місці, де була фуга) під діаметр ранта, опилюється. Припасовується каст, кладеться припій, відфлюсовується і паяється. Потім відбілюється, промивається, просушується, опилюються місця паяння. Паяння ведуть припоєм із температурою плавлення декілька нижче, ніж у припоя для паяння ранта до боганів. Відбувається рихтування каблучки з кастом. Потім до касту і шинки припасовуються накладки, припаюються. Після цього опрацьовуються крапани так, щоб вставка легко і рівно в них укладалася. Після цього закріплюють вставку, і обпилюють крапани. Далі приступають до шліфовки і полірування каменю. До закріпки каменю виріб може піддаватися електрополіровці.

Ціль роботи - одержати практичні навички у виготовленні каблучок простої конфігурації.

Устаткування, інструменти і матеріали: бормашина, вальці, пальник, штангенциркуль, ножиці, лобзик, молоток, плоскогубці, круглогубці, напилки, надфілі, рігель, флюс, припій, відбіл, спецодяг.

Хід роботи

1. Одержати у викладача вставку, визначити конструкцію каблучки і тип каста, створити ескіз малюнка.
2. Розрахувати довжину заготівлі по виконаному ескізі.
3. Прокатати смужки заданої товщини і відрізати в розмір шинки, каста і двох накладок.
4. Зігнути заготівлю шинки, припасувати кінці, офлюсовати, накласти припій, паяти, відбілити.
5. Виготовити каст.
6. Правити шинку, шабрувати і підігнати каст.
7. Виготовити накладки..
8. Перевірити точність припасування накладок і каста до шинки, провести паяння.
9. Отбеліти виріб, полірувати.

Робота розрахована на 2 год.

Контрольні питання

1. Які основні конструкції каблучок?

2. Від чого залежить форма і розміри накладок?
3. Які принципи складання каблучок?
4. Як призначають тип припоя?
5. У чому розходження індивідуального і серійного складання виробу?

Практична робота № 13 *Процес розмітки і різання заготівель*

Розмітка в процесі виготовлення ювелірних виробів застосовується з метою підгонки деталей до визначеного розміру, підгонки форм деталей ювелірного виробу, а також для переносу малюнка і його розмірів на заготівлю. У більшості випадків ювелірна розмітка застосовується для розміщення дрібних каменів на виріб, а також переносу малюнка для наступного випилювання або розбирання. Заготівля перед розміткою повинна бути відпалена - на рівномірно окисленій поверхні - розміточні риски краще помітні. Безпосередньо розмітка може бути здійснена декількома засобами: кресленням малюнка з застосуванням правил побудови геометричних фігур, переносом малюнка з кальки на заготівлю за допомогою воску, копіювального паперу, фарби або виколювання.

Основними методами розбирання заготівлі при виготовленні ювелірних виробів є розрізування і випилювання. Розрізування відбуває з застосуванням ножиць, що практично виключає безповоротні втрати металу, але обмежує розмаїтість форм і товщин заготівель. При випилюванні утворюються відходи металу у виді тирси і процес триває довше, але заготівля може бути будь-яких форм і товщин. Процес різання ножицями заснований на переміщенні ріжучих крайок ножиць щодо один одного. Через велике навантаження кут загострення повинний складати 75-85°. Для усунення непотрібного тертя між щоками вони виготовляються з заднім кутом 2-3°. Якщо щоки ножиць сильно щільно прилягають друг до друга, то вони швидко зношуються і доводиться застосовувати великі зусилля при різанні. Якщо ж відстань між ними занадто велика, то виріб піддається смяттю, а на поверхні зрізу з'являються заусенці.

Процес одержання деталей складної конструкції з ажурним орнаментом можливий тільки при випилюванні лобзиком. Випилювання відбувається за рахунок переміщення клиновидних зубів ріжучої полотнини, що виривають невеличкі частинки металу з заготівлі і міцно утримувані до виходу з металу. При кожному ході пилка рухається уперед і кожний зуб її знімає стружку. Форма і розмір зубів визначаються видом заготівлі і властивостями матеріалу. Для твердих матеріалів необхідно мати більший кут загострення, щоб зуби не руйнувалися. Проте при цьому зменшується простір для стружок між зубами. Тонкі листи варто краяти пилкою з дрібними зубами, тому що крупні застрівають у тонкій заготівлі, і вона деформується. Гарні результати досягають, якщо додержуються такі співвідношення кутів на зубах пилки: задній кут 40-20°, передній- 5-10°, кут загострення 65-50° і кут різання 85-90°.

Ціль роботи - вивчення процесу розмітки і різання заготівель для одержання ювелірних виробів .

Устаткування, інструменти і матеріали: чертилка, циркуль, штангенциркуль, ножиці, молоток, розміточна плита, кернер, лобзик, вальці, чепети, злитки металу, горілка, напилки, ковадло, пінцети, відбіл.

Хід роботи

1. Одержати злитки металу, інструмент і відбіл.
2. Відлити заготівлю в чепеті і проковати злиток, відпалити, відбілити, сушити.
3. Прокатати злиток до відповідної товщини.
4. Підготувати малюнок утворюваного зразка виробу.
5. Вичертити малюнок на заготівлі.
6. Вирізувати малюнок по зовнішньому контурі.
7. Випилити внутрішній візерунок.
8. Додати остаточну форму виробові і полірувати.
9. Зробити висновки про проороблену роботу.

Контрольні питання

1.Які основні етапи розмітки і переносу малюнка на заготівлю?
2. При яких кутах розкриття ножиць одержують акуратний зріз на заготівлі?
3. Від чого залежить зусилля різання і термін служби ножиць?
4. Як підрозділяються полотнини лобзика?
5. Яке положення повинно займати виріб щодо полотнини лобзика і финагелі?