

Криворізький національний університет

(повне найменування інститут, факультет)

Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до роботи бакалавра

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Розробка проекту дільниці лиття ювелірних виробів

Виконала студентка 3 курсу, групи МТ-22ск

напряму підготовки (спеціальності)

136 - Металургія

(шифр і назва)

Рудниченко Я.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної атестаційної роботи бакалавра
зі спеціальності 136 – Металургія

на тему: Розробка проекту ділянки лиття ювелірних виробів

Виконала: студентка групи МТ-22ск

Рудниченко Я.О.

Керівник випускної роботи

Саїтгарєєв Л.Н.

Н.контроль

Саїтгарєєв Л.Н.

Завідувач кафедри

Савельєв С.Г.

Кривий Ріг

2025р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: гірничо-металургійний

Кафедра: металургії чорних металів і ливарного виробництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 136 Металургія

Затверджую

Зав. кафедрою

_____ Савельєв С.Г.

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на випускню атестаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи: Розробка проекту діляниці лиття ювелірних виробів.

2. керівник роботи: к.т.н., доцент Саїтгареев Л.Н.

затверджено наказом по КНУ від «__» _____ 2025 р. № 204с

2. Строк подання роботи студентом «_____» _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питання, які потрібно розробити)

1.

2.

3.

5. Перелік графічного матеріалу:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів виконання бакалаврської роботи	Термін виконання етапів
1		
2		
3		
4		
5		

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Рудниченко Я. О.

Керівник випускної

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Саїтгарєєв Л.Н.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка на кваліфікаційну роботу бакалавра: «Розробка проекту дільниці лиття ювелірних виробів»: с., 6 рисунків, 22 таблиць, 16 літературних джерел.

1 У загальній частині описується характеристика виробництва і вибір планування дільниці, а також розрахунок виробничих відділків ливарної дільниці.

2 У технологічній частині пояснюється загальна характеристика виливків.

3 У спеціальній частині пояснюються особливості будови та режимні параметри обладнання для лиття ювелірних виробів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Загальна частина	7
1.1 Виробнича програма	7
1.2 Аналіз виробничої програми	7
1.3 Характеристика виробництва і вибір планування дільниці	7
1.3.1 Загальна компоновка і схема технологічних вантажопотоків дільниці, що проектується	9
1.4 Режим роботи та фонди часу	10
1.4.1 Вибір режиму роботи дільниць	10
1.4.2 Розрахунок фондів часу для обладнання та робітників ливарної дільниці	11
1.5 Розрахунок виробничих відділків ливарної дільниці	12
1.6 Параметри технологічного процесу виготовлення виливків зі сплавів благородних металів	13
1.6.1 Плавильно-заливочна дільниця	16
1.6.2 Розрахунок плавильної установки	16
1.6.3 Складання балансу металу за сплавами золота і срібла, що виплавляється	16
1.6.4 Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів	18
1.6.5 Розрахунок парку тиглів	21
1.6.6 Розрахунок плавильно-заливочної дільниці	21
1.6.7 Перерахунок виробничої програми по випуску виробів	24
1.6.8 Розрахунок печей для прожарювання форм, просушки гранул металу, установок гідророзмивання опок	25
1.7 Сумішоприготувально-формуально-вибивальний відділок	28
1.7.1 Розрахунок кількості формуальної суміші	29
1.7.2 Розрахунок парку опок	31
1.8 Дільниця виготовлення воскових моделей	33
1.8.1 Розрахунок дільниці виготовлення воскових моделей	33

1.9 Дільниця фінішних операцій	37
1.10 Допоміжні відділення дільниці	38
1.10.1 Дільничні комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спец одягу	38
1.11 Складське господарство	38
2 Технологічна частина	39
2.1 Загальна характеристика виливків	39
2.2 Розроблення технології виготовлення виливків	39
2.3 Розрахунок індукційної печі	45
3 Спеціальна частина	50
3.1 Загальна характеристика ливарної установки “Neutec J-zp”	50
3.1.1 Робота ливарної установки “Neutec J-zp”	50
3.1.2 Робота машини при заливанні опок	51
3.1.3 Робота машини у режимі грануляції	52
3.2 Обладнання для лиття ювелірних виробів	53
3.3 Інструмент для ювелірного виробництва	57
4 Організаційна частина	63
4.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників	63
4.1.1 Основні робітники	64
4.1.2 Допоміжні робітники	65
4.1.3 Управлінський персонал	65
4.1.4 Загальна чисельність працівників	65
Висновки	67
Література	68

ВСТУП

Ювелірна промисловість у заготівельній сфері – це ливарне виробництво, що випускає ювелірні заготовки із сплавів золота, срібла і платини.

Литі деталі ювелірних виробів складають 40 - 80 % від їх загальної маси, якщо мова йде про їх масове виробництво, при виготовленні одиничних та унікальних виробів загальна кількість литих деталей може дорівнювати нулю, тобто вироби виготовляються механічним шляхом – вирізаються, паяються, і т.п. Оскільки ціна благородних металів закладає більшу частину вартості майбутнього виробу, то при боротьбі за покупця на ринку ювелірних виробів, вироби повинні мати не тільки високі характеристики краси і якості, але й вироблятися за технологією що дозволяє зекономити матеріальні та виробничі ресурси.

В цій кваліфікаційній роботі розробляється технологічний процес виготовлення ювелірних виливків «Каблучка» та «Хрестик». Головним завданням є одержання виливків з високою чистотою поверхні і розмірною точністю, що різко зменшує або виключає зовсім їх подальшу механічну обробку.

Для серійного виробництва ювелірних виробів підприємство має бути комплексно механізованим або ж автоматизованим.

Весь час оновлюється асортимент виробів, номенклатура виливків постійно змінюється. Вироби мають задовільняти модним тенденціям ринку.

Литі заготовки виробів за розмірами і конфігурацією найбільшою мірою наближаються до готових деталей, а об'єм їх механічного оброблення менший, ніж при використанні заготовок, виготовлених куванням, штампуванням тощо. Литтям виготовляють заготовки різного складності за порівняно короткий час і з високими експлуатаційними характеристиками.

У зв'язку із становленням промисловості, у тому числі і ювелірним виробництвом, виникає потреба у будівництві нових або реконструкції та

технічному переозброєнні існуючих підприємств. Це вимагає також відновлення роботи проектних організацій.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Виробнича програма

Ювелірна дільниця призначена для виробництва ювелірних виливків з сплавів срібла та золота. Срібло та золото закупляється зливками в банку.

Чисті метали легуються спеціальними лігатурами для отримання сплавів із яких потім будуть виготовлятися литі заготовки ювелірних виробів.

1.2 Аналіз виробничої програми

Виробництво, задане для проектування, відноситься до дрібносерійного виробництва. Серійність виливків виготовлених за рік залежить від попиту їх на ринку та тенденцій моди, маса виливків – 0,5 г до 12 г

1.3 Характеристика виробництва і вибір планування дільниці

Ювелірне підприємство призначене для виробництва виливків із сплавів на основі золота та срібла 585 і 925 проб. За характером виробництва – відноситься до дрібносерійного. Дільниця виготовляє виливки середньої та високої складності.

Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габарити виливків, марки сплаву, вид виробничої програми і потужність дільниці.

Виходячи з вище наведеного, приймаємо, що на дільниці, що проектується, дрібне литво, яке виготовляється методом литва за моделями, що Витоплюються, відливається в разові форми-моноліти.

За структурою підприємство складається із таких основних та допоміжних дільниць і відділків:

- 1) відділення виготовлення моделей;
- 2) сумішоприготувально-формуально-вибивальне відділення;
- 3) плавильно-заливальне відділення;
- 4) відділення фінішних операцій;
- 5) склад готової продукції, що включає комору зберігання зливків дорогоцінних металів та лігатур.

Виробнича програма дільниці ювелірного підприємства, що проектується, складена на основі заводської номенклатури виробів дільниці ТОВ "ГАРАЗД" наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Номенклатура виливків ювелірної дільниці

Індекс позиції	Марка сплаву	Назва деталі	Маса виливка, кг	Річна програма випуску, шт	Маса виливків на річну програму, кг	Всього, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	ЗлМ585	Каблучка 1	4,0	4500	18,000	120
2	ЗлМ585	Перстень 1	7,0	3180	22,260	
3	ЗлМ585	Сережки 1	6,0	4856	29,136	
4	ЗлМ585	Кулон 1	2,5	2198	5,495	
5	ЗлМ585	Браслет 1	9,0	1048	9,432	
6	ЗлМ585	Хрестик 1	11,3	350	3,955	
7	ЗлМ585	Шпилька 1	2,5	1595	3,9875	
8	ЗлМ585	Булавка 1	0,5	3569	23,1985	
9	ЗлМ585	Брошка 1	6,2	280	1,736	
10	ЗлМ585	Зажим 1	10	280	2,800	
11	ЗлСрПд585-200-160	Каблучка 2	4,0	4200	16,800	80
12	ЗлСрПд585-200-160	Перстень 2	7,0	2693	18,851	
13	ЗлСрПд585-200-160	Каблучка 2	3,0	3887	11,661	

14	ЗлСрПд585-200-160	Сережки 2	6,0	2455	14,730	
15	ЗлСрПд585-200-160	Кулон 2	2,5	4786	11,965	
16	ЗлСрПд585-200-160	Браслет 2	9,0	130	11,70	
17	ЗлСрПд585-200-160	Хрестик 2	10,6	455	4,823	
18	СрМ925	Брошка 3	7,0	241	1,687	100
19	СрМ925	Каблучка 3	9,0	3751	33,759	
20	СрМ925	Перстень 3	6,0	3545	21,270	
21	СрМ925	Сережки 3	5,5	2095	11,5225	

Продовження таблиці 1.1

22	СрМ925	Кулон 3	3,0	3609	10,827	
23	СрМ925	Браслет 3	8,5	375	3,1875	
24	СрМ925	Хрестик 3	7,8	990	7,722	
25	СрМ925	Шпилька 3	1,7	3710	6,307	
26	СрМ925	Булавка 3	0,5	7436	3,718	

1.3.1 Загальна компоновка і схема технологічних вантажопотоків дільниці, що проектується

Всі зливки та вироби із дорогоцінних матеріалів, транспортуються по території цеху між дільницями (рис1.1) у спеціальних кейсах, що опечатані майстром дільниці. Готові виливки після відокремлення їх від стояку транспортують на склад готової продукції.

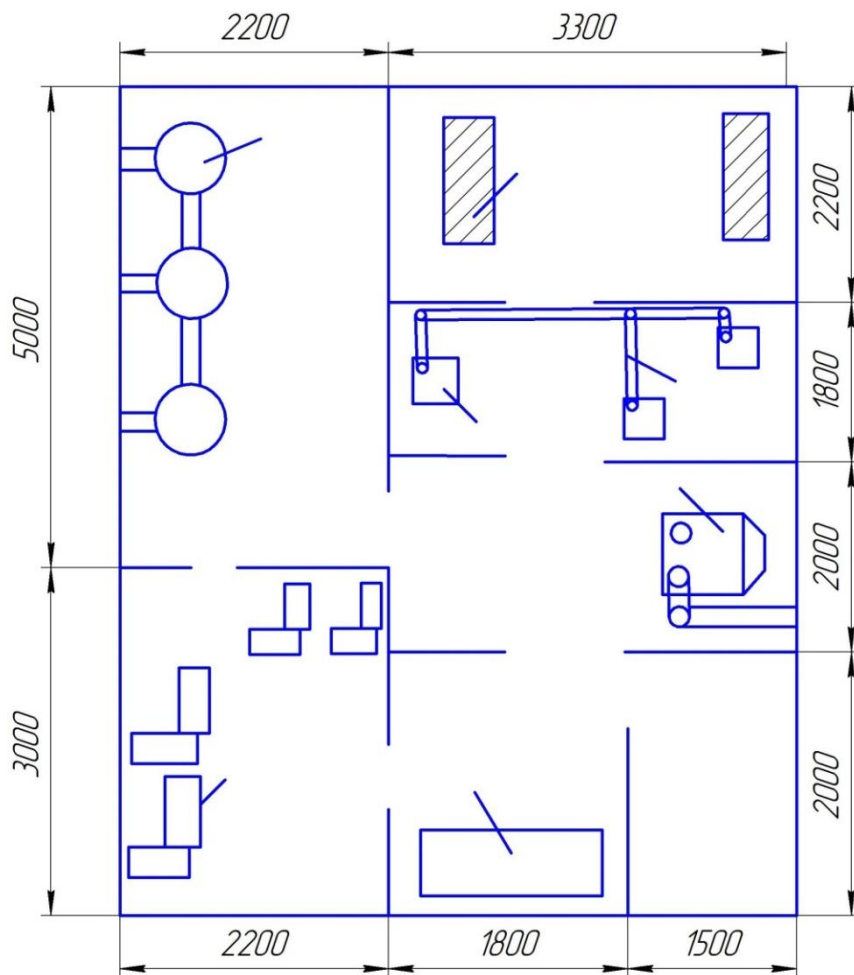


Рис. 1.1 – Розташування обладнання на ділянках

Формувальну суміш у спеціальних мішках подають зі складу в формувально-сумішоприготувальне відділення.

Схема компоновки та вантажопотоків ливарної ділянки ювелірного підприємства зображено на рис. 1.2.

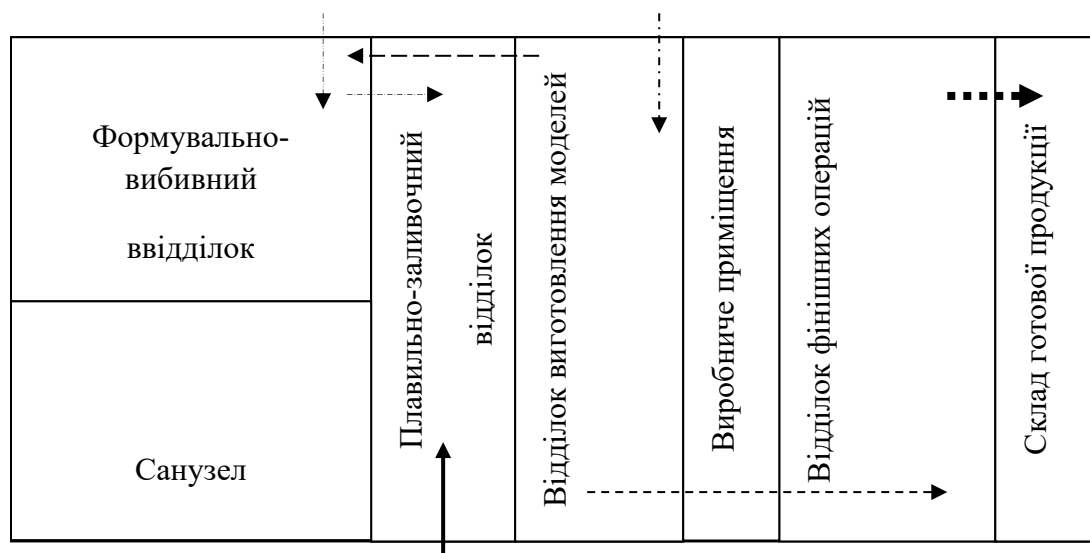
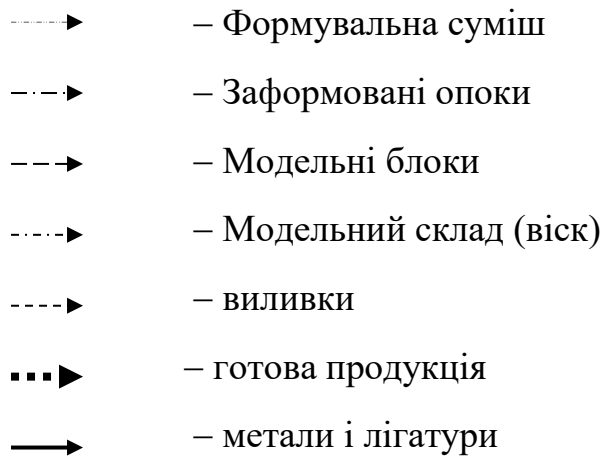


Рисунок 1.2 – Схема компоновки та вантажопотоків ливарної дільниці ювелірного підприємства



1.4 Режим роботи та фонди часу

1.4.1 Вибір режиму роботи дільниць

Режим роботи відділків ливарної дільниці визначається виконанням параметрів технологічного процесу виготовлення виливків з благородних металів в часі і просторі. Найкращим є такий режим роботи, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих дільницях. Виходячи із специфіки ювелірних підприємств, із того, що вони виготовляють порівняно невеликі об'єми продукції, та оборот металів в них невеликий, вибираємо однозмінний режим роботи підприємства.

В даному дипломному проекті приймаємо однозмінний - паралельний режим роботи.

1.4.2 Розрахунок фондів часу для обладнання та робітників ливарної дільниці.

Фонди часу роботи устаткування та робітників складають:

- календарний, $\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760$ годин;
- номінальний, Φ_n - час, протягом якого може виконуватися робота за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу:

$$\Phi_n = (365 - 20) \cdot 8 = 2760 \text{ годин};$$

- дійсний, Φ_d - визначається шляхом віднімання від номінального фонду

3	Сумішоприготувально- формуально- вибивальний, "ST LOIUS 2000", "ПМК-	1	1800	1840
4	Закріплювано- мониторочний, верстаки	1	1800	1840
5	Фінішних операцій, "ELMASONIC E30", "ROBIN 20C", "OTEC CF	1	1800	1840

непередбачуваних утрат: $\Phi_d = 52 \cdot 2 + 12 = 116$ днів.

Вихідні дні складають 116 днів на рік в т.ч. святкових (12 днів на рік). За умови 40-годинного робочого тижня Φ_n становить 1992 години при роботі в одну зміну (249 робочих днів).

Φ_n – робочих становить 1840 годин на рік, при 24-х денній відпустці.

Всі дані щодо режиму роботи дільниці і фондів часу наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Режим роботи дільниці та річний фонд часу

Індекс позиції	Назва відділків дільниці, тип обладнання	Кількість змін	Річний фонд часу, год.	
			Обладнання	Робочих
1	Плавильно-заливочний, "SCHULTHEISS VPC-55" "	1	1800	1840
2	Відділок виготовлення моделей, "Yasui"	1	1720	1840

Продовження таблиці 1.2

1.5 Розрахунок виробничих відділків ливарної дільниці

Розрахунок виробничих відділків дільниці складається із:

- вибору технологічних процесів;

- вибору технологічного обладнання;
- розрахунок кількості технологічного обладнання;
- визначення типу і кількості допоміжного обладнання і оснастки;
- визначення площі відділків.

Вихідними даними для розрахунку ϵ : річна програма, вид технологічного процесу, прийнятий режим роботи дільниці, нормативні дані.

Для розрахунку середньогодинні данні збільшуємо на коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 1,2 \dots 1,3$, втрат виробництва, для розрахунку кількості устаткування.

Тип технологічного устаткування вибирають виходячи з особливостей прийнятого технологічного процесу і умов забезпечення заданої якості продукції. За можливістю, потрібно застосувати однотипне устаткування, оскільки це значно полегшує його експлуатацію і знижує об'єм витрат на ремонтні роботи.

Допоміжне устаткування і необхідна кількість оснастки повинні забезпечити безперебійну роботу основного технологічного устаткування [2].

1.6 Параметри технологічного процесу виготовлення виливків з сплавів благородних металів

Виготовлення майстер-моделі

Для того щоб виготовити воскову модель, з якої буде виплавлений виливок потрібно виготовити майстер – модель. Майстер модель як правило виготовляється із воску, сріблу або золота.

Виготовлення прес-форми

З каучукової гуми Castaldo White Label, виготовити прес-форму. Температура вулканізації 154 °C по 15 хвилин на кожний шар. Після вулканізації гумової прес-форму розрізати на дві частини і дістати майстер-модель.

При вулканізації плити вдруге не стискать.

Виготовлення воскових моделей

Інжектор Yasui заповнюється модельним складом (віск Castaldo SuperCera). Включити інжектор і розплавити модельний склад, установивши температуру 62...72 °С та тиск 0,2...1,5 кг/см в залежності від маси і ажурності виробу. За тим прес-форму присипати порошком (тальк) і заповнити її воском. Витримавши 2...3 хвилини до 35 °С воскову модель дістати з прес-форми.

Збирання блоку моделей (ялинок)

Закріпити стояк (діаметром 5...7 мм) на гумову підставку, після чого під 45° прикріпити до нього воскові моделі за допомогою електропаяльника. Відстань між ближніми точками моделей повинна бути не менше 3 мм.

Сумішеприготування

Наявність апарату для перемішування порошку і наповнення опок під вакуумом робить можливим одержання виливків без бульбашок. Тож потрібно використовувати вакуумний змішувач ST LOIUS 2000 на 10 кг. Процедура для перемішування під вакуумом виглядає наступним чином:

- Зважте необхідну кількість порошку і виміряйте його температуру.
 - Зважте або відміряйте воду і відрегулюйте температуру так, щоб температура рідкої формомаси склала 20-22°C.
 - Засипте порошок в камеру для перемішування.
 - Перелийте воду в камеру для перемішування, і дайте воді ввібратися протягом 30 секунд.
 - Увімкніть вакуум і змішувач і перемішуйте 6 хвилин.
 - Повільно заповніть опоку.
 - Коли опока заповниться, вимкніть вакуум через 30 секунд.
- Витримайте опоку на столі дві години.

Існують певні правила при роботі на формувальній ділянці. Для запобігання псуванню формомаси вона повинна зберігатися в чистому сухому приміщенні, в ідеалі при температурі 20-22°C.

Вся апаратура, яка використовується в приміщеннях, де готується формомаса, повинна утримуватися в чистоті. Використовувана вода також повинна бути чистою. Як правило, якщо вода підходить для пиття, то її можна використовувати і для формомаси. Брудна вода зазвичай подовжує час обробки і у найсприятливішому разі перешкоджає затвердіння. Ваги повинні бути в порядку і повинні регулярно перевірятися для гарантування правильного дозування порошку. Мішки або бочки з частково використаним порошком повинні зберігатися в закритому вигляді, щоб запобігти поглинання води з атмосфери. З часом формомаса погіршує свої властивості, тому необхідно, щоб запаси не залежувалися. Кожен мішок або бочка повинні мати власний номер і дату, які повинні використовуватися для витрачання спочатку більш старого порошку.

Витоплення модельного складу та режим прожарювання

Після затвердіння формувальної суміші, опоку помістити в муфельну піч з цифровим керуванням ПМК-80П, прогріту до 150 °C.

Режим прожарювання проводиться в такій послідовності:

- видержати при 150° C дві години;
- протягом години підвищити температуру до 370 °C і витримати дві години;
- протягом години температуру підвищити до 480 °C і витримати дві години;
- протягом двох годин температуру підвищити до 740 °C і витримати три години
- протягом години температуру знизити до 550 °C.

Гранулювання

Провести грануляцію сплавів на установці УПІ 60-2 із використанням

спеціального тигля для грануляції та грануляційним блоком.

Плавлення і легування

Метал пролегувати лігатурою ProGold.

Заливання форми

Опоку при температурі 550 °C помістити в установку SCHULTHEISS VPC-55 і провести заливку сплаву із використанням спеціального тигля.

Вибивка

Після заливання форми, її потрібно витримати 15 хвилин на повітрі і здійснити вибивку, тобто занурення форм у бачки з водою.

Очищення виливків

Провести очищення виливків від формувальної суміші на установці Logimes Idgroget 120, далі виливок витримати 7 хв у лимонній кислоті. Потім відбілити в розчині сірчаної кислоти при температурі 20...30 °C і промити їх в проточній воді.

1.6.1 Плавильно-заливальне відділення

На плавильно-заливальному відділенні проводяться такі операції:

- грануляція оборотного металу та “чистоти”;
- сушка гранул оборотного металу і “чистот”;
- плавлення “чистоти” і оборотного металу та заливання опок;
- легування;
- прожарювання опок

1.6.2 Розрахунок плавильної установки

Вихідними даними для розрахунку плавильної частини є кількість металу кожної марки ливарних сплавів, необхідна для забезпечення виробничої програми.

Для плавлення сплавів використовуємо індукційні печі, оскільки вони забезпечують можливість швидкого одержання якісного рідкого металу.

Ці печі, прості в експлуатації і управлінні, гнучкі в роботі. Існують печі із графітовими тиглями, а також із шамотними тиглями. Перевага віддається печам із графітовими тиглями.

Розрахунок плавильного відділення полягає у складанні балансу металу за сплавами золота і срібла, що виплавляється, у виробі технологічного процесу та типу і визначенні кількості плавильних агрегатів та у розрахунку витрат шихтових матеріалів на річний випуск виливків.

1.6.3 Складання балансу металу за сплавами золота, що виплавляється

Легування золота здійснюється на такі сплави:

- ЗлМ585;
- ЗлСрПд585-200-160.

Для визначення маси металу завалки потрібно знати:

- масу золотої “чистоти”;
- масу лігатур різних марок.

Угар і безповоротні втрати складають 0,5 %.

Аналіз виробничої програми випуску ювелірних виробів вказує на такі данні:

- виробі із срібла 925° складають 70 %;
- вироби із золота 585° 7340 %.

На виготовлення сплаву:

- СрМ925 піде – 129,5 кг срібної “чистоти”;
- ЗлСрЦМ585-65-1.0 піде – 35,1 кг, золотої “чистоти”. Хімічний склад

сплавів наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сплавів на основі золота і срібла, що використовується для виготовлення виливків

Індекс позиції	Марка сплаву	Хімічний склад сплаву			
		Золото Au, %	Срібло Ag, %	Мідь Си, %	Цинк Zn, %
1	СрМ925	—	92,5	7,5	-
2	ЗлСрЦМ585-65-1.0	58,5	6,5	34,0	1,0

Для легування використовуємо лігатури торговельної марки LegOR, хімічний склад яких наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад лігатур Pro Gold

Індекс	Склад для якого	Хімічний склад лігатури			
		Мідь Си, %	Цинк Zn, %	Ср Ag, %	Модифікатор-
1	СрМ925	99,85	—	—	0,15
2	ЗлСрЦМ585-65-1,0	88,6	1,45	9,8	0,15

Дільниця плавки має використати зливки золотої і срібної “чистоти” для виготовлення сплавів золота та срібла. Легування проводиться із використання лише золотої, срібної “чистоти” та легуючого, в якості захисної атмосфери використовують аргон.

Робимо розрахунок пробної кількості лігатур кожної марки, розраховуємо угар та безповоротні втрати (0,5%) металу при легуванні та визначаємо реальну кількість легованого металу, що буде використана для литва (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Визначення кількості легуючих

Індекс позиції	Сплав	Маса, кг			Угар металу,	Вага сплаву для дільниці
		“Чистоти”	Легуючог	Сплаву		
1	СрМ925	129,5	10,5	140,0	0,7	140,7
2	ЗлСрЦМ585-65-1,0	35,1	24,9	60,0	0,1	60,006
Всього		164,6	35,1	200,0	0.8	201,006

За даними таблиці 1.5 загальна маса металу:

Загальна маса метало-завантаження - 201,0 кг.

1.6.4 Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів

Розрахунок плавильних агрегатів здійснюється за сумарною кількістю металу, який необхідно переплавити на дільниці плавки для виконання річної програми.

Визначаємо годинну потребу в рідкому металі, тобто продуктивність плавильного відділку за формулою 1.1:

$$Q_{ПВ} = \frac{B \cdot K_H}{\Phi_d} \quad (1.1)$$

де $Q_{ВП}$ – продуктивність плавильної дільниці, кг/год.;

B – кількість рідкого металу, що виплавляється на відділку, кг/год.;

K_H – коефіцієнт нерівномірності плавлення і використання металу, приймаємо $K_H = 1,2 \dots 1,3$;

$$Q_{ВП} = \frac{200 \cdot 1,3}{1800} = 0,14 \text{ кг/год}$$

Для легування золотої і срібної “частоти” використовуємо індукційну установку Neutec моделі J-zp, характеристика якої наведена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Характеристика індукційної установки Neutec J-zp

Розміри установки (без системи водяного охолодження)	890 x 560 x 970
Вага	132 кг
Джерело струму	200-240 В, 50-60 Гц, 50 А
Об'єм тигля	184 см ³ (1439 г золота 585 проб, 1151 г срібла)
Максимальний розмір опоки	0130x230
Тривалість циклу заливання 1 опоки (Вагою до 1400 г), хв.	4 хвилин

Максимальна температура	1510 °С
Речовини які можна використовувати в сплавах	Золото, срібло, мідь, цинк, кобальт, нікель, палладій, олово, індій, іридій, галлій,
Речовини, вміст яких в сплавах не допустимі	Берилій, магній, ртуть, миш'як, кадмій, свинець, літій.

Виходячи з наведених параметрів визначаємо кількість печей за формулою:

$$n = \frac{Q \cdot K_n}{\Phi_d \cdot D}, \quad (1.2)$$

де n – кількість печей, шт.;

Q – маса рідкого металу на річну програму, кг/рік;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виплавлення рідкого металу,

K_n = 1,2...1,3;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи печі, год.;

D – годинна продуктивність печі, кг/год.

Годинна продуктивність печі визначається за формулою:

$$D = \frac{E}{t_n}, \quad (1.3)$$

де D – годинна продуктивність печі; E – місткість печі, кг;

t_n – цикл процесу плавлення від завантаження шихти в піч до закінчення випуску рідкого металу із печі, год.

Для ливарної установки Neutec J-zp годинна продуктивність дорівнює:

$$D = \frac{1}{0,067} \approx 15 \text{ кг/год}$$

За формулою (1.2) визначаємо необхідну кількість ливарних установок типу Neutec J-zp.

$$n = \frac{200 \cdot 1,3}{1800 \cdot 15} = \frac{260}{27000} = 0,009.$$

Таким чином, для легування золотої і срібної чистоти використовуємо одну ливарну установку типу Neutec J-zp.

Коефіцієнт завантаження печі дорівнює: $K_3 = 0,009/1 = 0,009$ на основі проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку плавильних печей, таблиця 1.7.

Таблиця 1.7 – Розрахунок ливарних установок

Дільниця	Марки сплавів	Потрібна кількість річного металу, кг/год	Тип печі	Місткість печі, кг	Тривалість циклу плавки, хв.	Годинна продуктивність відділку, кг/год	Кількість ливарних установок		Коефіцієнт завантаження
							Розрахована	Прийнята	
Плавильно-заливочний відділок	СрМ925 ЗлСрЦМ 585-65-1,0	200	Ливарна установка Neutec J-zp	1	4	15	0,067	1	0,009

1.6.5 Розрахунок парку тиглів

Розрахунок парку тиглі полягає у визначенні кількості сплавів.

Для розрахунку необхідної кількості тиглів потрібно знати яка маса рідкого металу кожного із сплавів плавиться на дільниці. Для кожного сплаву використовуємо свій тигель. Потрібно 2 тигля для грануляції та 2 тигля для плавлення кожного із сплавів золота та срібла.

Необхідна кількість тиглів: $n = 2 + 2 = 4$ шт.

1.6.6 Розрахунок плавильно-заливальної частини

В результаті проведених розрахунків, визначили, що у відділку плавки потрібна одна плавильна установка.

У відділку знаходиться склад тиглів, ваги для контролю дозування шихти.

Розрахунок плавильно-заливальної ділянки полягає: у складанні відомості шихтових витрат та балансу металу за сплавами на основі золота та срібла; у виборі технологічного процесу та типу кількості плавильних агрегатів; розроблення плану ділянки.

Вихідними даними для розрахунку плавильного відділку є кількість металу кожного із сплавів золота та срібла, що необхідна для забезпечення виробничої програми.

Для плавлення та заливання опок сплавами золота та срібла, використовуємо індукційні печі із графітовими тиглями марки “Neutec” моделі J-zp. Ці печі універсальні бо використовуються як для литва, так і для

грануляції. Печі забезпечують можливість швидкого одержання якісного металу, а також дозволяють проводити швидкісну грануляцію металу. Плавлення металу проходить у атмосфері аргону, а заливання проходить під вакуумом. Ці печі компактні, прості в експлуатації і управлінні, гнучкі в роботі.

При розрахунку необхідних шихтових матеріалів і їх кількості враховують тип плавильного агрегату, витрати матеріалів при виплавці рідкого металу.

У зв'язку із тим, що різні вироби мають зовсім різний вихід придатного, а блоки куди напаяні ці вироби мають зовсім різну масу, припускаємо наступне:

- для розрахунку прийmemo, що для кожного блоку відношення свіжого та оборотного металу буде дорівнювати 1:4, вихідні придатного литва буде становити 80 %;
- максимальна кількість виробів на "ялинці" не повинна перевищувати 120 шт;
- масу одного блоку (у металі) приймаємо рівною 400 грам.

Виходячи із цього складаємо відомість витрат шихтових матеріалів (таблиця 1.8).

Таблиця 1.8 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позиції	Найменування матеріалів шихти	Сплав			
		CrM925		ЗлCrЦМ585-65-1,0	
		%	кг/рік	%	кг/рік
1	Зворот	20	28	20	12
2	“Чистота”	80	112	80	48
Всього кг/рік:		140		60	

На основі розрахунків потрібної кількості металу складаємо баланс металу, який наведений в таблиці 1.9.

Для подальших розрахунків потрібно зробити перерахунок виробничої програми по випуску виробів.

Гранули	Угар	Метало- завалка			
		%	кг/рік		
кг/рік	%	кг/рік	%	200,76	0,2
140,7	0,1	0,14	100		
60,3	0,1	0,06	100		
				200,78	

Таблиця 1.9 - баланс металу

Індекс позиції	Сплав	Придагне литво		Ливники та брак (зворот)		Рідкий метал		Угар	
		%	кг/рік	%	кг/рік	%	кг/рік	%	кг/рік
1	CrM925	80	112	20	28	99,5	140,0	0,5	0,7
2	ЗлCrЦМ58580 65,0 1	48		20	12	99,5	60,0	0,1	0,06
3	Всього кг/рік	160		40		200,0		0,76	

1.6.7 Перерахунок виробничої програми по випуску виробів

Так як основою даного проекту є ливарна дільниця, то розрахунок інших дільниць ведеться виходячи із розрахунків ливарної дільниці. Визначившись із балансом металу та склавши шихтову відомість потрібно зробити перерахунок виробничої програми по виливках, для чого складаємо перераховану виробничу програму за родом металу таблиця 1.10.

Таблиця 1.10 – Перерахована виробнича програма за родом металу

Індекс позиції	Назва виробу	Сплав	Вага одного виробу, г	Кількість виробів на програму, шт/рік	Кількість виробів на програму, г/рік	Кількість опок, шт/рік	Середня кількість опок на день, шт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Каблучка	СрМ925	4	7550	30200	76	3
2	Перстень		7	3700	25900	65	
3	Сережки 1		6	7000	42000	105	
4	Кулон 1		2,5	11200	28000	70	
5	Браслет 1		9	400	3600	9	
6	Запонки 1		13	350	4550	12	
7	Шпилька		2,5	350	875	3	
8	Булавка 1		0,5	340	170	1	
9	Бром 1		6,2	350	2170	543	
10	Зажим 1		10	340	3400	9	
11	Каблучка	ЗлСрЦМ 585-65- 0,1	4	1750	7000	18	1
12	Перстень		7	1750	12250	31	
13	Каблучка		3	1750	5250	14	
14	Сережки 2		6	3000	18000	45	
15	Кулон 2		2,5	4800	12000	30	
16	Браслет 2		9	150	1350	4	
17	Запонки 2		13	150	1950	5	
18	Шпилька		2,5	150	375	1	
19	Булавка 2		0,5	150	75	1	
20	Бром 2		6,2	150	930	3	
21	Зажим 2		10	150	1500	4	
Всього:					60680	156	
Всього:					201545	1049	4

1.6.8 Розрахунок печей для прожарювання форм, просушки гранул металу, установок гідророзмивання опок

Розрахунок печей для прожарювання форм здійснюється за кількістю модельних блоків, необхідних для виконання річної програми випуску придатних виливків.

Під час термічної обробки із вогнетривкої суміші видаляється волога, а також газифікується модельний склад – віск.

Розрахунок печей проводимо здійснюємо, виходячи із середньої денної кількості форм, бо час термічної обробки форм становить 14 годин перед виходом на режим литва.

Середньоденна кількість опок складає 4 шт.

Розраховуємо кількість печей для термічної обробки опок.

Для термічної обробки опок обираємо термічні печі марки MAULE FCC 8 WD, що мають наступні характеристики (таблиця 1.11.).

Таблиця 1.11 - Характеристика печей MAULE FCC 8 WD для термічної обробки опок

Марка	FCC8WD
Ємність (фланцеві опоки Ø 120 мм)	8 опок
Розмір камери	250 x 410 мм
МАХ робоча температура	1000 °С
Потужність	4 кВт
Напруга	380 В, 3 фази
Частота	50...60 Гц
Розміри	1760 x 1200 x 650 мм
Вага	230 кг

Кількість печей для прожарювання форм визначаємо за формулою:

$$n = \frac{S}{N}, \quad (1.4)$$

де n - кількість печей для прожарювання форм, шт;

S - Середньоденна кількість опок, що подається на дільницю, шт;

N - кількість опок, що вміщує піч даного типу, шт.

$$n = \frac{4}{8} = 0,5$$

Приймаємо 1 піч MAULE FCC 8 WD. Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_3 = \frac{0,5}{1} = 0,5.$$

Розрахунок печей для сушки гранул здійснюється за кількістю гранульованого металу, необхідного для виконання річної програми випуску придатних виливків.

Визначаємо годинну потребу в гранульованому металі за формулою 1.5:

$$Q_{дз} = \frac{B \cdot K_n}{\Phi_d}, \quad (1.5)$$

де: $Q_{дз}$ – продуктивність дільниці заливання, кг/год.;

B – кількість гранульованого металу, що використовується на дільниці і потребує просушки, кг/рік;

K_n – коефіцієнт нерівномірності використання металу, для серійного виробництва приймаємо $K_n = 1,2 \dots 1,3$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто печей для сушки гранул, год.

Тоді продуктивність печей становить:

$$Q_{дз} = \frac{201 \cdot 1,2}{1800} = 0,134, \text{ кг/год.}$$

Отже, кожну годину робочого часу для роботи потрібно 0,134 кг гранул. Такий режим роботи може забезпечити використання сучасних муфельних печей. Характеристика такої печі наведена в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 - Характеристика муфельної печі для сушки гранул

Модель	MRF-20
Розмір камери	440 x 260 x 570 мм
Джерело струму	6500 Вт/380В/50 Гц
МАХ температура	800°C
Розміри	780 x 550 x 780 мм
Вага	300 кг

Визначаємо кількість печей за формулою:

$$n = \frac{Q \cdot K_n}{\Phi_d \cdot D}, \quad (1.6)$$

де n – кількість печей, піт.;

Q – маса гранульованого металу на річну програму, кг/рік; K_n – коефіцієнт нерівномірності виплавлення і використання рідкого металу,

$K_n = 1, 2 \dots 1, 3$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи печі, год.;

D – годинна продуктивність печі, кг/год.

Годинна продуктивність печі визначається за формулою:

$$D = \frac{E}{t_n}, \quad (1.7)$$

де D – годинна продуктивність печі;

E – місткість печі, кг;

t_n – тривалість сушки гранул, год.

Годинна продуктивність печі MRF – 20 дорівнює:

$$D = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо необхідну кількість печей MRF – 20:

$$n = \frac{201 \cdot 1,2}{1800 \cdot 3,75} = 0,036 \text{ шт.},$$

Таким чином, для сушки гранул приймаємо одну піч MRF – 20. Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_3 = \frac{0,036}{1} = 0,036.$$

На основі проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку печей, таблиця 1.13.

Таблиця 1.13 – Відомість розрахунку печей для прожарювання опок

Інд. поз.	Призначення	Кількість металу, кг/рік	Тип печі	Місткість печі	Тривалість циклу, год	Продуктивність, кг/год	Кількість печей		Коефіцієнт завантаження
							Розрахункова	Прийнята	
1	Прожарювання форм	–	MAULE FCC8 WD	8 шт	14	–	0,5	1	0,5
2	Сушка гранул	201,0	MRF-20	15 кг	4	0,134	0,036	1	0,036

1.7 Сумішоприготувально-формуально-вибивальна дільниця

На цій дільниці проводиться: приготування суміші, заповнення опок із модельними блоками формуальною сумішшю та розмивання форм після заливання. Виливки виготовляють методом лиття по моделям що витоплюються. Для формування блоків використовують гіпсо-кристаболітову суміш Satin Cast.

Склад суміші Satin Cast 20 - 15...20 % гіпсу та 80...85 % кристобаліту. Рекомендовані пропорції для формуючої суміші Satin Cast 20 наведені в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 - Рекомендовані пропорції для формуючої суміші Satin Cast 20

Індекс	Размер опоки,	100-40	100-38
		Порошок, гр.	Вода, мл
1	75x75	510	204
2	100x75	680	272
3	125x75	850	340
4	100x100	1020	408
5	150x100	1590	636
6	200x100	2050	820

1.7.1 Розрахунок кількості формувальної суміші

Вихідними даними для розрахунку відділку формовки є така кількість блоків, заформувавши які, забезпечується виконання виробничої програми.

Кількість форм, що необхідна для виконання проектної програми випуску виливків, представлена в таблиці 1.10.

Для формування модельних блоків використовуємо опоки розміром – Ø 100 x 230 мм (фланець Ø 120 мм).

Для врахування браку форм річну кількість форм збільшуємо на 2%.

Тоді на ділянці має бути заформовано 207 опок/рік.

За заданими розмірами форм та їх річним випуском розраховуємо середньогодинну кількість форм:

$$Q_{дз} = \frac{B \cdot K_n}{\Phi_d}, \quad (1.8)$$

де $Q_{дф}$ – продуктивність формувальної ділянки, опок/год.;

B – кількість форм на річну програму (із врахуванням 2% браку), шт/рік;

K_n – коефіцієнт нерівномірності використання модельних блоків, для

серійного виробництва приймаємо $K_n = 1,2 \dots 1,3$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи автоматичної установки для змішування вогнетривкої суміші та її вакуумування, год.

Тоді продуктивність дільниці становить:

$$Q_{дз} = \frac{207 \cdot 1,2}{1800} = 0,138 \text{ опок/год}$$

Отже, кожну годину робочого часу дільниця має формувати 1 опоку.

Такий режим роботи може забезпечити використання сучасних автоматичних установок для змішування вогнетривкої суміші. Характеристика такої установки наведена в таблиці 1.15.

Таблиця 1.15 - Характеристика автоматичної установки для змішування вогнетривкої суміші та її вакуумування

Тип	Vac-U-Vest#15
Ємність (сухого порошку)	15 кг
МАХ кількість опок за 1 період	6 шт. (Ø 100 мм)
МАХ висота опоки	250 мм
МАХ Ø опоки	Ø 130 мм
Продуктивність	20 шт/год
Потужність (вібрація + вакуум + змішування)	1,5 кВт
Напруга	380 В
Частота	50...60 Гц
Амплітуда коливань	0,5 мм
Розрідження	- 101 КПа
Розміри	690 x 810 x 1520 мм
Вага	232 кг

На установці виконуються наступні операції, змішування формувальної суміші, змішування вогнетривкої суміші, з метою видалення пухирців газу із суміші, а також заливання сумішшю опок із модельними блоками.

Приймаємо одну автоматичну установку Vac-U-Vest#15. Коефіцієнт буде становити завантаження – $0,71/1 = 0,71$.

Дані про кількість автоматичних установок Vac-U-Vest#15 наведено у табл.1.16.

Таблиця 1.16 - Відомість розрахунку автоматичних установок для змішування вогнетривкої суміші

Інд. поз.	Призначення	Кількість форм шт/рік	Тип установки	Місткість установки	Тривалість циклу, хв	Продуктивність шт/год	Кількість опок		Коефіцієнт
							Розрахункова	Прийнята	
1	Виготовлення форм	1070	Vac-U-Vest#15	6 шт	4	20	0,71	1	0,71

1.7.2 Розрахунок парку опок

Розрахунок парку опок для формувальної ділянки ведеться в залежності від їх циклу обертання і визначається за формулою 1.9.

$$P_{\text{оп}} = K_p \cdot N_{\text{ф}} \cdot T, \quad (1.9)$$

де $P_{\text{оп}}$ – розрахунковий парк опок, піт;

K_p – коефіцієнт, що враховує резерв і ремонтний запас опок 1,2... 1,3;

$N_{\text{ф}}$ – кількість форм виготовлених на установці за год.;

T – цикл обертання опок, год.

Цикл обертання опок становить 24 год.

$$P_{\text{оп}} = 1,2 \cdot 20 \cdot 1 = 24 \text{ шт.}$$

Парк опок з розмірами $\varnothing 100 \times 230$ мм для формувальної ділянки складається з 24 опок.

Загальні витрати формувальної суміші визначають виходячи з об'єму і кількості форм, що виготовляються протягом року, для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами. Розраховуємо потрібну кількість формувальної суміші.

Результати розрахунку наведені в таблиці 1.17.

Таблиця 1.17 – Розрахунок кількості формувальної суміші

Розмір опок, мм	Придатне литво, кг	Кількість форм за рік	Об'єм однієї форми, м ³	Розрахункова вага на одну форму, кг		Витрати суміші, кг/рік
				Металу	Суміші	
$\varnothing 100 \times 230$	200	207	0,0009	0,4	2	414

Після заливання, форми підлягають розмиванню. Розмивання форм проводиться вручну в каскаді.

Визначаємо кількість опок, що підлягають розмиванню за годинну, за формулою 1.10:

$$Q_{dz} = \frac{B \cdot K_n}{\Phi_d} \quad (1.10)$$

де: Q_{dz} – продуктивність ділянки заливання, опок/год.;

B – кількість опок, що заливається на ділянку, шт/рік;

K_n – коефіцієнт нерівномірності використання опок, для серійного виробництва приймаємо $K_n = 1,2 \dots 1,3$;

Φ – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто установки розмивання форм, год.

Тоді продуктивність установки становить:

$$Q_{ДЗ} = \frac{413 \cdot 1,2}{1800} = 0,3 \text{ опок/год.}$$

Для роботи вибираємо одну таку установку, коефіцієнт завантаження якої становить 0,7.

1.8 Дільниця виготовлення воскових моделей

На дільниці виготовляють: гумові прес-форми для виготовлення воскових моделей, воскові моделі, проводять напайку воскових моделей у модельні блоки.

Для виготовлення гумових прес-форм використовуємо без усадкову гуму Castaldo Gold Label, яку потім вулканізуємо на вулканізаторі. Для виробництва воскових моделей та моделей стояків використовуємо модельний віск фірми Castaldo SuperCera, що має мізерну усадку.

1.8.1 Розрахунок дільниці виготовлення воскових моделей

Річна кількість виробів становить 23739 шт, вона дорівнює кількості восковок, які має виготовити дільниця виробництва воскових моделей.

Для врахування браку моделей їх річну кількість збільшуємо на 10%.

Тоді на дільниці має бути виготовлено 26113 моделей за рік.

Розраховуємо продуктивність дільниці виготовлення воскових моделей:

$$Q_{ДЗ} = \frac{B \cdot K_H}{\Phi_D} \quad (1.11)$$

де $Q_{ДЗ}$ – продуктивність дільниці восківки, шт/год.;

B – кількість форм на річну програму (із врахуванням 10% браку), шт/рік;

K_H – коефіцієнт нерівномірності використання модельних блоків, для серійного виробництва приймаємо $K_H = 1,2 \dots 1,3$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи автоматичної установки для змішування вогнетривкої суміші та її вакуумування, год.

Тоді продуктивність дільниці становить:

$$Q_{дз} = \frac{26113 \cdot 1,2}{1720} = 18 \text{ моделей/год.}$$

Отже, кожну годину робочого часу дільниця має виготовляти 155 моделей та набирати їх у блоки. Середньогодинна кількість зібраних блоків має складати 2 шт.

Оскільки виготовлення моделей відбувається в ручну за допомогою інжекторної установок. Час виготовлення моделі із воску залежить від маси виробу, його складності, кількості гумових пресформ, професіоналізму робітника. Для розрахунків приймемо, що за годину роботи можна виготовити 100 моделей.

Кількість робочих, що виробляють воскові моделі, має дорівнювати 1, щоб забезпечити такий режим роботи і один робітник буде набирати модельні блоки.

Допоможе забезпечити такий режим роботи використання сучасного воскового інжектора. Характеристика такого інжектора наведена в таблиці 1.18.

Таблиця 1.18 - Характеристика воскового інжектора Yasui

Тип	автоматичний восковий інжектор
Об'єм воску	3 кг
Діапазон відображаємої температури	40...99 °C
Діапазон задання температури	40...90 °C
Час запресовки	0...12C
Похибка температури сопла	±0,2°C
Діапазон задання часу VAC	0...12с
Діапазон задання часу INJ	0...600с

Таймер на включення нагріву	0...99год
Джерело струму	550Вт/220В/50Гц
Розміри	450 x310 x450 мм
Вага	15,5 кг
Тиск	0,40...0,70 МПа
Вага	14 кг

Обираємо для роботи 1 інжектор.

Для нормальної швидкості роботи по виготовленню воскових моделей потрібно мати мінімум по три гумові пресформи на кожний із виробів.

Середній час служби однієї пресформи складає в середньому 800 запресовок модельним воском.

Складемо програму виготовлення гумових прес-форм для кожного виду виробів (таблиця 1.19).

Таблиця 1.19 - Програма виробництва гумових прес-форм

Індекс позиції	Назва виробу	Кількість виробів на програму, шт/рік	Кількість прес-форм на програму.	Кількість прес-форм на програму із врахуванням
1	Каблучка 1	7550	10	11
2	Перстень 1	3700	5	6
3	Сережки 1	7000	9	9
4	Кулон 1	11200	14	15
5	Браслет 1	400	1	2
6	Запонки 1	350	1	2
7	Шпилька 1	350	1	2
8	Булавка 1	340	1	2
9	Брош 1	350	1	2
10	Зажим 1	340	1	2
11	Каблучка 2	1750	3	4
12	Перстень 2	1750	3	4
13	Каблучка 3	1750	3	4
14	Сережки 2	3000	4	4
15	Кулон 2	4800	6	7
16	Браслет 2	150	1	2
17	Запонки 2	150	1	2
18	Шпилька 2	150	1	2

19	Булавка 2	150	1	2
20	Брош 2	150	1	2
21	Зажим 2	150	1	2
Всього:				84 шт/рік

Середній час виготовлення гумової прес-форми складає 2 години (час вулканізації становить 1,5 години).

Резинові прес-форми вулканізують на спеціальному вулканізаторі гумових форм, що має такі характеристики (таблиця 1.20.)

Таблиця 1.20 – Характеристика вулканізатора Kerr P-30

Марка	Kerr P-30
Максимальна температура	200°C
Розмір плит-нагрівачів	120 x160 мм
Відстань між плитами	MAX 83 мм
Джерело струму	220В/50 Гц
Розміри	250 x 250 x 400 мм
Вага	14 кг

Розраховуємо продуктивність ділянки виготовлення гумових прес-форм

$$Q_{дз} = \frac{B \cdot K_n}{\Phi_d}, \quad (1.12)$$

де: $Q_{дз}$ – продуктивність ділянки, шт/год.;

B – кількість прес-форм на річну програму (із врахуванням 2% браку), шт/рік;

K_n – коефіцієнт нерівномірності використання гумових прес-форм, для серійного виробництва приймаємо $K_n = 1,2 \dots 1,3$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи, год.

Тоді продуктивність ділянки становить:

$$Q_{дз} = \frac{84 \cdot 1,3}{1720} = 0,06 \text{ прес-форм/год.}$$

Тоді кількість вулканізаторів буде дорівнювати 1 шт.

1.9 Дільниця фінішних операцій

Для проведення фінішних операцій потрібно два верстаки, для монтувальника та закріпщика, і один полірувально-шліфувальний станок.

Но для подальшої перспективи проектуєм 10 верстатів.

1.10 Допоміжні відділення дільниці

1.10.1 Дільничні комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спец одягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спец одягу здійснюється в дільничних коморах. Відділкові комори розташовані на площах основних відділках в місцях зручних для приміщень. Площа комор приймаємо виходячи із практичних даних:

- плавильно-заливочний відділок -2м²;
- сумішоприготовально-формовально-вибивальний відділок -1,5м²;
- відділок виготовлення воскових моделей -2м²;
- відділок фінішних операцій -4м².

1.11 Складське господарство

Для зберігання зливків дорогоцінних матеріалів та лігатур у ливарній дільниці передбачено склад готової продукції. Склад-комора призначена для зберігання зливків дорогоцінних металів, лігатур та ломові вироби, як витратних матеріалів, а також для їх обліку. Необхідну площу зберігання матеріалів приймаємо за практичними даними. Для зберігання зливків та лігатур

використовуємо два сейфи, що займають площу 2 м^2 . Загальна площа складу-комори буде становити 6 м^2 .

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика виливків

Характеристика виливка 1:

Представник "Каблучка 1" виготовляється зі сплаву ЗлСрЦМ585-65-1,0, хімічний склад якого наведено в таблиці 3.2.

Габаритні розміри виливка $20 \times 18 \times 10$ мм. Середня товщина стінки виливка 2 мм, маса – 4,0 г.

До виливка пред'являються вимоги щодо точності розмірів та якості поверхні. Тип виробництва виливка – дрібносерійне виробництво.

Характеристика виливка 2:

Представник "Кулон 2" зі сплаву СрМ925, хімічний склад якого у таблиці 3.2.

Габаритні розміри $2,5 \times 1,5 \times 1$ мм. Середня товщина стінки виливка 1 мм, маса 2,5 г.

До виливка пред'являються вимоги щодо точності розмірів та якості поверхні. Тип виробництва виливка – дрібносерійне виробництво.

2.2 Розроблення технології виготовлення виливків

Розроблення технології виготовлення виливків 1:

У формі розміщенні навколо одного загального стояка, до якого приєднані одним живильником, у кількості 60 шт.

Ливникова система для забезпечення заповнення форми металом – поверхова, що забезпечує гарне живлення виливків. Створення спрямованого газового режиму досягається за допомогою вакуумного всмоктування у машині для литва "Neutec".

Центральний стояк є ливниковим ходом та колективним надливом. Центральне розміщення стояка обумовлюється природне уповільнення його охолодження та сприяє спрямованій кристалізації периферійно розміщених

виливків. Зумпф в нижній частині стояка пом'якшує негативну дію механічного і теплового ударів, що мають місце в початковий момент заливання.

Розроблення технології виготовлення виливків Виливки 2:

У формі розміщенні навколо одного загального стояка, до якого приєднані одним живильником, у кількості 150 шт.

Ливникова система для забезпечення заповнення форми металом – поверхова, що забезпечує гарне живлення виливків. Створення спрямованого газового режиму досягається за допомогою вакуумного всмоктування у машині для литва “Neutec”.

Центральний стояк є ливниковим ходом та колективним надливом.

Центральне розміщення стояка обумовлюється природне уповільнення його охолодження та сприяє спрямованій кристалізації периферійно розміщених виливків. Зумпф в нижній частині стояка пом'якшує негативну дію механічного і теплового ударів, що мають місце в початковий момент заливання.

Розрахунок ливникової системи для виготовлення виливка 1:

Розрахунок ливникової системи провожу із використання ЕВМ та програми “Розрахунок ливникових систем для чорних та кольорових сплавів та різних видів литва по методу Озана і КПП. (с) Макарович А.П. 02-ГОСТ-87 V.M.01.07. 18:27.”

В результаті розрахунку отримано результат:

Для виливка “Каблучка 2”,

– діаметр стояка, $D = 10$ мм;

– товщина живильника, 2,0 мм;

– ширина живильника, 2,0 мм

Розрахунок ливникової системи для виготовлення виливка 2:

Розрахунок ливникової системи провожу із використання ЕВМ та програми “Розрахунок ливникових систем для чорних та кольорових сплавів та різних видів литва по методу Озана і КПП. (с) Макарович А.П. 02-ГОСТ-87 V.M.01.07. 18:27.”

Для виливка “Кулон 2”,

- діаметр стояка, $D = 10$ мм;
- товщина живильника, 1,2 мм;
- ширина живильника, 1,5 мм.

Визначення розміру живильника виливка 1:

Живлення виливка заповненням та підживлення зверху. Для повного заповнення порожнини форми метал підводиться у найбільш товсту частину моделі одним живильником, що має товщину 2,0 та 1,2 мм.

Площа поперечного перерізу живильника буде становити:

$$а) F_{\text{жив}} = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ см}^2;$$

Визначення розміру живильник виливка 2:

Живлення виливка заповненням та підживлення зверху. Для повного заповнення порожнини форми метал підводиться у найбільш товсту частину моделі одним живильником, що має товщину 2,0 та 1,2 мм.

Площа поперечного перерізу живильника буде становити:

$$б) F_{\text{жив}} = 0,12 \cdot 0,15 = 0,018 \text{ см}^2.$$

Визначення перерізу стояка виливка 1:

$$F_{\text{ст}} = 3,14 \cdot 1/4 = 0,79 \text{ см}^2;$$

Визначення перерізу стояка виливка 2:

$$б) F_{\text{ст}} = 3,14 \cdot 1/4 = 0,79 \text{ см}^2$$

Розрахунок ливникових систем для кольорових сплавів та різних видів лиття за методом 03АНА і КПІ (С) МАКАРЕВИЧ А.П. 02-ОСТ-87 V.M.

01.02. 14:00

Вихідні дані розрахунку:

Маса метлау, що заливається у форму $G = 240$ (г)

Переважає товщина стінки виливка $D = 1,5$ (мм)

Висота виливка при заливці $C = 2$ (см)

Висота стояка з чашею $H_1 = 18$ (см)

Висота відливка від місця підведення металу $H_2 = 3$ (см)

Кількість відливок у формі $N_1 = 60$ (шт.)

Кількість стояків у формі $N_2 = 1$ (шт.)

Кількість шлакоуловлювачів у формі $N_3 = 0$ (шт.)

Кількість живильників на один відливочок $N = 1$ (шт.)

Лиття по виплавлюваним моделям:

Сплав - золото

Товщина (радіус) теплового вузла відливки $A = 1,5$ (мм)

Ширина теплового вузла відливки $B = 1,8$ (мм)

Довжина теплового вузла відливки $L = 5$ (мм)

Форма масиву: циліндр

Діаметр стояку $D = 10$ (мм)

Довжина живильника $L_1 = 15$ (мм)

Товщина живильника $A = 2$ (мм)

Результати розрахунку:

Діаметр стояку $D_1 = 10$ (мм)

Товщина живильника $A_1 = 2$ (мм)

Ширина живильника $B_1 = 2$ (мм)

Розрахунок ливникових систем для кольорових сплавів та різних видів лиття за методом 03АНА і КПП (С) МАКАРЕВИЧ А.П. 02-ОСТ-87 V.M.

01.02. 14:00

Вихідні дані розрахунку:

Маса метлау, що заливається у форму $G = 400$ (г)

Переважаюча товщина стінки виливка $D = 1$ (мм)

Висота виливка при заливці $C = 10$ (см)

Висота стояка з чашею $H_1 = 18$ (см)

Висота відливка від місця підведення металу $H_2 = 15$ (см)

Кількість відливок у формі $N_1 = 160$ (шт.)

Кількість стояків у формі $N_2 = 1$ (шт.)

Кількість шлакоуловлювачів у формі $N_3 = 0$ (шт.)

Кількість живильників на один відливочок $N_4 = 1$ (шт.)

Лиття по виплавлюваним моделям:

Сплав - срібло

Товщина (радіус) теплового вузла відливки $A = 1,2$ (мм)

Ширина теплового вузла відливки $B = 1,6$ (мм)

Довжина теплового вузла відливки $L = 5$ (мм)

Форма масиву: прямокутний брус

Діаметр стояку $D = 10$ (мм)

Довжина живильника $L_1 = 1,8$ (мм)

Товщина живильника $A = 1$ (мм)

Результати розрахунку:

Діаметр стояку $D_1 = 10$ (мм)

Товщина живильника $A_1 = 1$ (мм)

Ширина живильника $B_1 = 1,5$ (мм)

2.3 Розрахунок індукційної печі

Об'єм тигля:

$$V = 10^3 G / \gamma = 10^3 \cdot 0,0027 / 19310 = 0,00014 \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

Основні геометричні розміри за формулами:

Коефіцієнти c_1, c_2, c_3 вибираємо по графіку і у відповідності з рекомендаціями:

$c_1 = 0,7$, $c_2 = 0,11$, $c_3 = 1,1$.

$$D_2 = \sqrt[3]{4c_1 V / \pi} = \sqrt[3]{4 \cdot 0,7 \cdot 0,00014 / 3,14} \approx 0,05 \text{ м} \quad (2.2)$$

$$a_2 = D_2 / c_1 = 0,05 / 0,7 = 0,07 \text{ м} \quad (2.3)$$

$$\Delta \phi = c_2 D_2 = 0,11 \cdot 0,05 = 0,006 \text{ м} \quad (2.4)$$

$$a_1 = c_3 a_2 = 1,1 \cdot 0,07 = 0,08 \text{ м} \quad (2.5)$$

$$D_1 = D_2 + 2\Delta \phi = 0,05 + 2 \cdot 0,006 = 0,062 \text{ м} \quad (2.6)$$

Розміщення індуктора відносно завантаження по висоті симетричне.

Піч має зовнішній магніто провід, приймається $D_M / D_1 = 1,1$

Потужність печі:

Корисна потужність за формулою

$$P_{\text{пол}} = qG / (3.6t_{\text{ш}}) = 138,19 \cdot 0,0027 / (3,6 \cdot 0,07) = 1,5 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

Прийняв теплові втрати $\Delta P_{\text{о}} = 0,1$ кВт, отримуємо за формулою потужність, що передається в завантаження

$$P_2 = P_{\text{пол}} + \Delta P_{\text{т}} = 1,5 + 0,1 = 1,6 \text{ кВт} \quad (2.8)$$

Термічний ККД печі:

$$\eta_{\text{т}} = P_{\text{пол}} / P_2 = 1,5 / 1,6 = 0,93 \quad (2.9)$$

Задаючись електричним ККД $P_{\text{и}} = 0.85$, отримуємо орієнтовне значення потужності, яка подається до печі:

$$P_{\text{и}} = P_2 / \eta_{\text{и}} = 1,6 / 0,85 = 1,9 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

Вибір частоти і джерела живлення:

Мінімальна частота для печей з грануляційною завалкою:

$$f_{\text{min}} = 2 \cdot 10^6 \rho_{\text{ш}} / D_{\text{ш}}^2 = 2 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} / 0,003 = 266 \cdot 10^3 \text{ Гц} \quad (2.11)$$

Питома поверхнева потужність і висота меніска:

$$\rho_0 = \frac{P_2}{\pi D_2 a_2} = \frac{1,6 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,07} = 145,4 \cdot 10^3 \text{ Вт} / \text{м}^2 \quad (2.12)$$

$$h_{\text{м}} = \frac{0,32 \cdot 10^{-4} \rho_0}{\gamma \sqrt{\rho_2 f}} = \frac{0,32 \cdot 10^{-4} \cdot 145,4 \cdot 10^3}{19310 \cdot \sqrt{1,37 \cdot 10^{-6} \cdot 266 \cdot 10^3}} = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (2.13)$$

Активний і внутрішній реактивний опір загрузки:

$$\Delta_2 = 503 \sqrt{\rho_2 / f} = 503 \sqrt{1,37 \cdot 10^{-6} \cdot 266 \cdot 10^3} = 1,1 \text{ м} \quad (2.14)$$

$$m_2 = D_2 / (\sqrt{2} \Delta_2) = 0,051 / (\sqrt{2} \cdot 1,1) = 0,031 \quad (2.15)$$

при $m_2 = 0,031$

$$A(m_2) = B(m_2) = \sqrt{2} / m_2 = \sqrt{2} / 0,031 = 45,5 \quad (2.16)$$

$$r_2 = x_{\text{м2}} = \pi \rho_2 m_2^2 A(m_2) / a_2 = 3,14 \cdot 1,37 \cdot 10^{-6} (0,031)^2 \cdot 45,5 / 0,07 = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Активний і внутрішній реактивний опір умовного одновиткового індукуючого дроту:

При коефіцієнті заповнення $g = 0.9$ і глибині проникнення струму у мідь:

$$\Delta_1 = 503\sqrt{\rho_1/f} = 503\sqrt{2 \cdot 10^{-8} \cdot 266 \cdot 10^3} = 36,7 \text{ м} \quad (2.17)$$

$$r_1 = x_{m2} = \frac{\pi \rho_1 D_1}{g \Delta_1 a_1} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,062}{0,9 \cdot 36,7 \cdot 0,08} = 0,1 \cdot 10^{-8} \quad (2.18)$$

Реактивний опір розсіювання при площі поперечного перерізу повітряного зазору:

$$S_h = \pi(D_1^2 - D_2^2)/4 = 3,14(0,062^2 - 0,05^2)/4 = 0,027 \text{ м}^2 \quad (2.19)$$

$$x_s = 2\pi f \mu_0 S_h / a_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 266 \cdot 10^3 (4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7}) 0,027 / 0,07 = 0,81 \text{ м} \quad (2.20)$$

Реактивний опір зворотного замикання:

$$D_1/a_1 = 0,062 / 0,08 = 0.775 \quad (2.21)$$

$$D_m/D_1 = 1,1 \quad (2.22)$$

$$x_{10} = 2\pi f \mu_0 \frac{\pi D_1^2}{4a_1} = 2 \cdot 3,14 (266 \cdot 10^3) \cdot (4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7}) \cdot \frac{3,14 \cdot 0,062^2}{4 \cdot 0,08} 0,08 \text{ м} \quad (2.23)$$

$$x_e = x_{10} \frac{k_1 a_1}{a_1 - k_1 a_2} = 0,08 \frac{0,845 \cdot 0,08}{0,08 - 0,0676} = 0,436 \text{ Ом} \quad (2.24)$$

Коефіцієнт зведення параметрів

$$c = \frac{1}{\left(\frac{r_2}{x_e}\right)^2 + \left(1 + \frac{x_{m2} + x_s}{x_e}\right)^2} = \frac{1}{\left(\frac{2,7 \cdot 10^{-6}}{0,436}\right)^2 + \left(1 + \frac{2,7 \cdot 10^{-6} + 0,81}{0,436}\right)^2} = 1,37 \cdot 10^{-12} \quad (2.25)$$

Зведені активний і реактивний опори навантаження:

$$r_2' = cr_2 = 1,37 \cdot 10^{-12} \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} = 0,037 \cdot 10^{-16} \text{ Ом} \quad (2.26)$$

$$\begin{aligned} x_2' &= c(x_{m2} + x_s + [r_2^2 + (x_{m2} + x_s)^2]/x_0) = \\ &= 1,37 \cdot 10^{-12} (2,7 \cdot 10^{-6} + 0,81 + x(2,7 \cdot 10^{-6})^2 + \\ &+ (2,7 \cdot 10^{-6} + 0,81)^2) = 0,65 \cdot 10^{-16} \text{ Ом} \end{aligned} \quad (2.27)$$

Еквівалентні електричні опори навантаженого індуктора (без шин):

$$r_{\text{и}} = r_1 + r_2' = (0,1 \cdot 10^{-8}) + (0,037 \cdot 10^{-16}) = 0,137 \cdot 10^{-18} \text{ Ом} \quad (2.28)$$

$$x_{\text{и}} = x_{\text{м1}} + x_2' = (0,1 \cdot 10^{-8}) + (0,65 \cdot 10^{-16}) = 0,75 \cdot 10^{-18} \text{ Ом} \quad (2.29)$$

$$z_{\text{и}} = \sqrt{r_{\text{и}}^2 + x_{\text{и}}^2} = \sqrt{0,137^2 + 0,75^2} \cdot 10^{-18} = 0,76 \cdot 10^{-18} \text{ Ом} \quad (2.30)$$

Електричний ККД і коефіцієнт потужності індуктора:

$$\eta_{\text{и}} = r_2' / r_{\text{и}} = 0,037 / 0,137 = 0,27 \quad (2.31)$$

$$\cos \varphi_{\text{и}} = 0,137 / 0,76 = 0,18 \quad (2.32)$$

Активна потужність, що підводиться до індуктора

$$P_{\text{и}} = P_2 / \eta_{\text{и}} = 1,6 / 0,27 = 5,9 \text{ кВт} \quad (2.33)$$

Втрати в індукторі

$$\Delta P_{\text{и}} = P_{\text{и}} - P_2 = 5,9 - 1,6 = 4,3 \text{ кВт} \quad (2.34)$$

Число витків індуктора:

Струм умовного одновиткового індуктора

$$I_{\text{и}}' = \sqrt{P_2 / r_2'} = \sqrt{1,6 \cdot 10^3 / 0,76 \cdot 10^{-5}} = 1440 \text{ А} \quad (2.35)$$

Напруга на умовному одновитковому індукторі

$$U_{\text{и}}' = I_{\text{и}}' z_{\text{и}} = 1440 \cdot 0,76 \cdot 10^{-18} = 1,09 \cdot 10^{-15} \text{ В} \quad (2.36)$$

$$\omega = U_{\text{и}} / U_{\text{и}}' = 200 / 1,09 \cdot 10^{-15} = 1,83 \cdot 10^{17} \text{ рад/с} \quad (2.37)$$

Струм індуктора

$$I_{\text{и}} = I_{\text{и}}' / \omega = 1440 / 1,83 \cdot 10^{17} = 7,87 \cdot 10^{-15} \text{ А} \quad (2.38)$$

Розрахувавши індукційну тигельну піч для плавки золота, визначили її електричні параметри та техніко-економічні показники. Виходячи з цих розрахунків можна зробити висновки, що в якості високочастотного генератора доцільно використовувати тристорний перетворювач, тому що помітно зменшується споживання потужності.

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Загальна характеристика ливарної установки “Neutec J-zp”

3.1.1 Робота ливарної установки “Neutec J-zp”

Машина використовується для литва ювелірних виробів, що відливаються методом литва за моделями, що витоплюються, грануляції металу (литва гранул), легування металів та сплавів. Машина може працювати із металами та сплавами, що мають температуру плавлення нижче ніж 1510 °C.

Особливості машини:

- Точне регулювання температури для отримання оптимальної якості;
- Велика ємності тиглів та опок;
- Швидкий цикл заливання опок (перша опока 4 хв., всі наступні по 2 хв.);
- Якісне перемішування металу, що дозволяє отримати високу однорідність металу (майже повністю виключає ліквацію);
- Можливість використання двох типів термопар;
- Зносостійкі витратні матеріали;
- В машині використана система само діагностики та само програмування.

Для встановлення машини потрібний простір не менше 1600 мм у довжину, та 1960 мм у глибину. Вказані розміри включають в себе простір для роботи оператора у передньої частини машини. Повітрязабірник для системи водного охолодження розміщено з правої сторони, тому не рекомендовано розміщувати машину зліва від печей для прожарювання опок.

Машина обладнана автономною системою охолодження. Підвід води потрібен тільки для роботи гранулятора. Витрати води при грануляції не перевищують 5л/хв.

Для роботи установки потрібен аргон. Редуктор тиску входить в комплект поставки.

Машина разом із системою охолодження важить 186 кг.

3.1.2 Робота машини при заливанні опок

Перед початком роботи відкрити кришку машини 1 та встановити на місце основу під тигель 2, захисний циліндр 3, прокладку під тигель 4. Перевірити графітовий тигель 5 на наявність пошкоджень, та витерши його паперовим полотенцем поставити на місце. Встановити захисний конус 6 на тигель. Встановити та зафіксувати стопор 7. Закрити кришку 1 машини. Для встановлення термопари 8 відкрити кожух кришки 9. Встановити кожух кришки 9 на місце. На камеру для опок 10 встановити кільце-перехідник 11. Для ввімкнення машини повернути головний вимикач.

Ввімкнути подачу газу та води. Ввімкнути нагрівач та на дисплеї машини ввімкнути функцію динамічного тиску, що використовується при заливанні опок разом із вакуумним всмоктуванням. Закрити камеру для опок 10, а потім знов відкрити, щоб впевнитись що піддон для вловлювання крапель знаходиться точно під піччю. Встановити температуру литва на дисплеї та натиснути кнопку нагрівача. Після цього почнеться нагрівання та ввімкнеться вакуумний насос. Коли тигель нагріється до встановленої температури відкрити віконце 12 на кришці 1 машини, та совком завантажити в машину метал. Закрити віконце 12.

Впевнитись, що камера для опок 10 відкрита, а ручка вакуумного клапану закрита. Коли метал в тиглі почне плавитись, витягнути з прожарювальної печі опоку та встановити її у камеру для опок. Ввімкнути вакуум щоб у камері для опок відбулось розрідження. Коли манометр покаже, що вакуум перевищує – 508 мм рт.ст. встановити камеру на місце та закрити її. Машина подасть сигнали за 20°C до досягнення заданої температури литва. Коли температура досягне заданої, машина видасть довгий звуковий сигнал і тоді потрібно випустити метал із тигля в опоку шляхом натиснення важеля литва 13, що підійме стопор 7. Перед випуском металу із тигля вмикається функція інтенсивного перемішування металу, що дозволить отримати однорідний метал у виливку, а також функція динамічного тиску, що вмикається при натисненні важеля литва 13 і діє протягом 10 секунд. Після проходження операції заливання,

машина видасть сигнал на дисплей про те, що треба відпустити важіль литва 13. Після чого можна завантажувати у тигель нову порцію металу.

Після заливання опоки, коли машина видасть на дисплей інформацію, що опока залита, треба вимкнути подачу вакууму, відкрити камеру для опок 10, та витягнути опоку, із залитим металом.

Після завершення останнього литва та видалення останньої опоки, відкрити вакуумний клапан. Вимкнути обігрівач. Підняти стопор 7 натисненням важеля литва 13 та зафіксувати його у такому стані за допомогою фіксатора. Через 30 хвилин, після того як машина охолоне, вимкнути газ та воду, але не раніше.

3.1.3 Робота машини у режимі грануляції

Перед початком роботи зробити перевірку печі та витратних матеріалів. Машина має бути вимкненою. Відкрити кришку та зняти захисний конус. Вийняти тигель для литва. Встановити тигель для грануляції металу. На дно тигля встановити шайбу для грануляції, та притиснути її шматком металу, що буде гранулюватись. Встановити захисний конус на місце. Зняти кожух кришки та витягнути термопару. Зняти стопор, після чого закрити кришку і відкрити віконце. Вставити термопару для грануляції у отвір на фланці тигля для грануляції, притримуючи термопару рукою через віконце. Закріпити термопару комірною пробкою. Відкрити камеру для опок та відвести в сторону напівобертом навколо осі, так щоб основа печі звільнилась для гранулятора. Перед встановленням резервуару гранулятора, впевнитись у його чистоті та наявності сферичної пробки на кінці дроту. Встановити гранулятор зачепивши його за скоби та трохи повернувши його, щоб він став на місце. Приєднати

шланги подачі та зливу води до гранулятора. Під гранулятор поставити відро із сітчастим фільтром для гранул металу. Заповнити гранулятор водою ($T_{\text{води}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$). Ввимкнути машину та за допомогою дисплею привести машину в режим грануляції. Ввимкнути подачу газу. Ввимкнути нагрівач. По ходу розплавлення металу, та стіканню його в гранулятор, додавати нові порції

металу. Коли весь метал вийде із тигля, графітовою паличкою здвинути графітову шайбу для грануляції на дні тигля та випустити залишки металу і гранулятор. Вимкнути подачу води у гранулятор та витягнути сферичну пробку за допомогою дроту. Вимкнути нагрівач. Перед від'єднанням гранулятора промити його струменем води. Від'єднати гранулятор. Гранули та фільтр просушити в печі.

3.2 Обладнання для лиття ювелірних виробів

Для лиття ювелірних виробів використовують установки потужністю близько 13 кВт, ємністю тигля 1,5 кг (для золота). Інтервал регулювання температури 700-1200 °С і частота обертання плавильного вузла 220 об/хв. Для заливки металу нагрівають тигель установки до 700 °С і засипають на дно тигля зневоднену борну кислоту в якості флюсу з розрахунку 1,5-2,0% від маси шихти. Потім нагрівають тигель до температури плавлення сплаву і завантажують частинами метал по масі виливка. Розплавлений метал розкислюють цинком для золота і фосфористої міддю для срібла з розрахунку 0,1 - 0,2% від маси шихти, перемішуючи розплав, надлишок флюсу з поверхні видаляють. Машину вмикають на встановлений час обертання 2-3 хв. і виробляють заливку. Зняту з заливального вузла форму охолоджують на повітрі до 60-70 °С. Відокремлюють блок від формувальної маси легкими ударами молотка по металевій опці і стрижня блоку. Потім блок очищають твердою щіткою. Остаточну очищення виливки від формувальної суміші в 20-40%-ном розчині плавикової кислоти. Після травлення виливки промивають у проточній воді і при необхідності освітлюють у відбілюваннях: золото в 10 %-ном азотному, срібло - 10 %-ном сірчаному. Після промивання і сушіння блок готовий до відділення виливків від ливникової системи. Відокремлені виливки навіть у тому випадку, коли зроблені але моделі цілого виробу, ще не є готовими. Вони надходять на монтювання для обробки поверхні, підгонки розмірів кілець, складання замкових вузлів в сережки та брошки, припаювання вушок

кулонів і т. д. і тільки після остаточної монтування готові до закріплення каменів і поліровці.

Інжекторні установки (рис. 3.1) призначені для отримання виплавлювальних моделей шляхом розплавлення воску і заповнення ним гумових прес-форм.

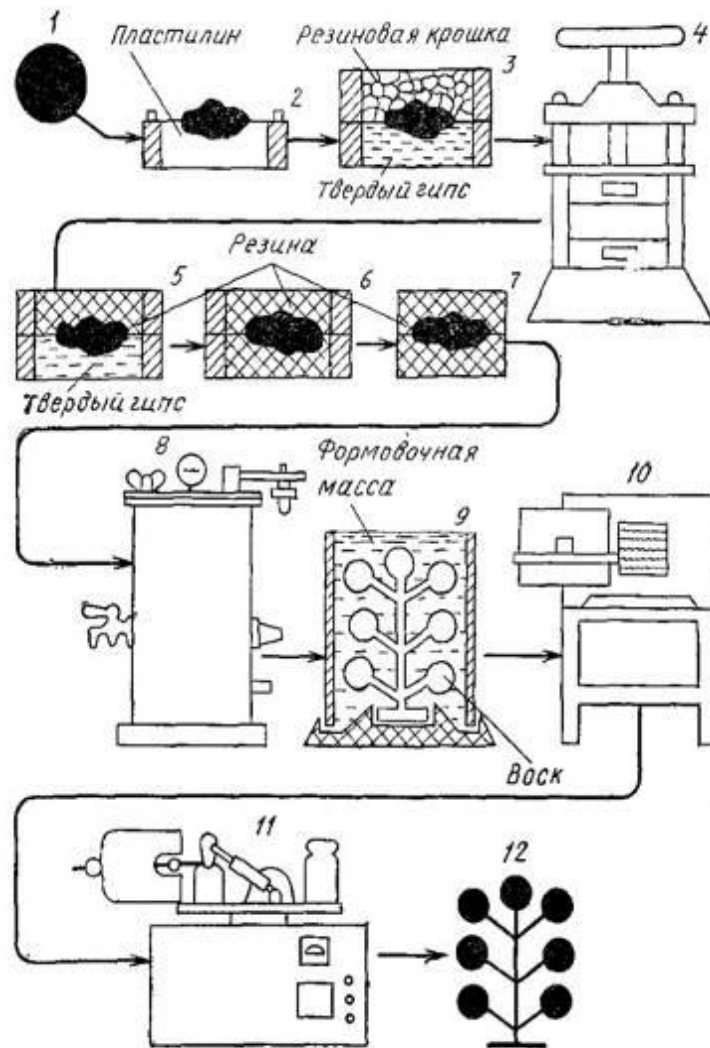


Рис. 3.1 – Інжекторна установка

Установка складається з резервуара для воску, електронагрівача і терморегулюючого пристрою. Конструктивно вона може бути виконана в різних варіантах. Прес представляє собою переносну конструкцію. На жорсткою (литий) станині встановлена нижня плита, в яку вмонтований електричний нагрівач. По спеціальним направляючим, вертикально стоять і жорстко прикріпленим до станини за допомогою черв'ячної передачі, переміщається верхня плита, в яку також вмонтований електричний нагрівач. Встановлена між

плитами і піджата опока з сировою гумою нагрівається до певної температури. Під дією тиску і температури пластини сирової гуми зварюються між собою. Для регулювання та підтримки температури прес має автоматичну або ручну систему регулювання.

Найбільш вдалою конструкцією інжекторної установки є вертикально розташований циліндричний кожух. Усередині кожуха змонтований резервуар для воску, з якого віск під тиском стисненого повітря, що подається від компресора через редуктор, надходить в інжекторне сопло. Тиск стисненого повітря контролюється манометром, який встановлений на верхній кришці кожуха інжекторної установки. Надлишковий тиск перед редуктором має бути не вище $19,62 \cdot 10^4 - 29,43 \cdot 10^4$ Па (2-3 кгс/см²), а при всприскиванні - $1,96 \cdot 10^4 - 7,85 \cdot 10^4$ Па (0,2-0,8 кгс/см²). Інжекторне сопло оснащено системою індивідуального обігріву. Під соплом встановлений жолоб для направлення воску стікає в спеціальний піддон. На передній частині кожуха інжекторної установки змонтовані рукоятки керування. Швидкість нагрівання воску регулюють рукоятку регулятора потужності (ручка з шкалою 0-10). Температуру нагрівання контролюють дистанційним контактним термометром.

Заповнення гумової прес-форми воском відбувається через інжекторне сопло, температуру індивідуального обігріву якого можна змінювати від 0 до 50°C з допомогою спеціально передбаченого регулятора обігріву. Муфельна піч. В залежності від обсягів виробництва застосовуються печі різних видів. При дрібносерійному виробництві найбільше застосування мають сушильний електричний лабораторний шафа СНОЛ-2,5-2,5-2,5/2 електропечі опору СНОЛ-1,6*2,5*1/9-М2У4*2; СНОЛ-1,6*2,5*1/11 - М1У4*2. У цих печах передбачено автоматичне регулювання заданого режиму нагріву внутрішньої шахти печі. Нагрівач виконаний з дроту високого омичного опору, Контроль і регулювання температури здійснюються мілівольтметром. Нагрівач включається за допомогою магнітного пускача. Простір між камерою і корпусом шафи заповнюється теплоізоляційним матеріалом.

Вулканізаційний прес (рис. 3.2) призначений для отримання гумових прес-форм по зразку-еталону виробу шляхом вулканізації гуми.

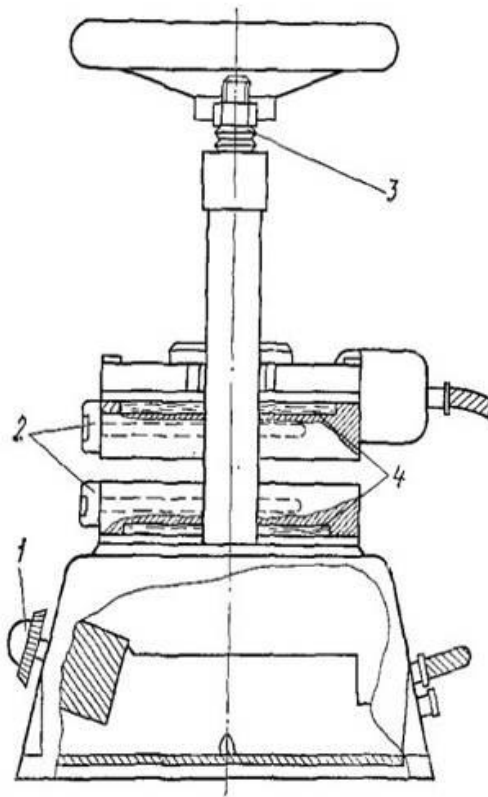


Рис. 3.2 – Вулканізаційний прес

По конструкції преси можуть бути різними, але всі вони мають підігрів у верхній і нижній плиті.

3.3 Інструмент для ювелірного виробництва

Лінійка. (рис.3.3 (а)) звичайна, тільки неодмінно металева довжиною 100-150 мм.

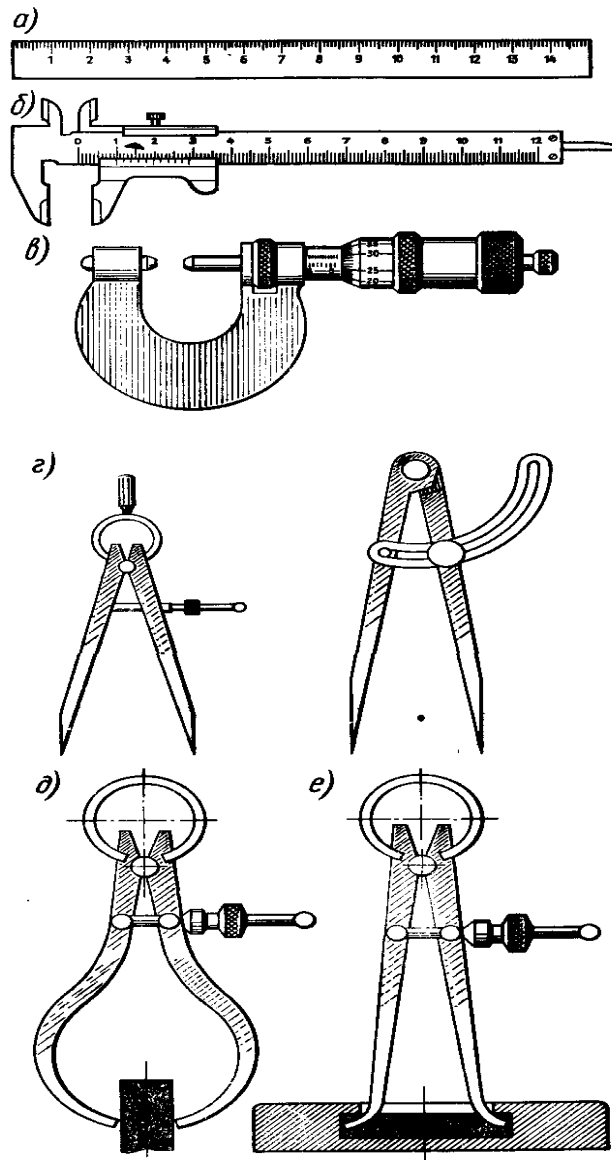


Рисунок 3.3 – Інструменти для вимірювання розмірів

Ділильна шкала лінійки повинна бути чіткою, добре проглядатися. Не допускаються щербини робочого ребра. Використовується лінійка при проведенні необхідних вимірів, а також при нанесенні прямих рисок.

Штангенциркуль, мікрометр стандартні. Штангенциркулем (рис.3.3 (б)) виробляють вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів, глибини отворів і виступів. Точність вимірювання штангенциркулем вище, ніж лінійкою, тому що, по-перше, ціна поділок його шкали точніше (0,1 мм), а по-друге, штангенциркуль щільніше та надійніше стикається з вимірюваним предметом. Мікрометр (рис. 3.3 (в)) необхідний ювелірові в тих випадках, коли потрібна особлива точність обумовленого розміру, в першу чергу при вимірюванні товщини заготовок виробів або деталей. Ціна поділки шкали мікрометра 0,01 мм.

Розмічальний циркуль. Являє собою (рис. 3.3 (г)) два металевих стержнів, з'єднаних пружинним кільцем і стопорним гвинтом. Пружинне кільце забезпечує робочим кінцям циркуля можливість розсуватися, розходитися в різні боки, а стопорний гвинт необхідний для фіксації відстані між стрижнями. Робочі кінці стрижнів циркуля роблять загостреними. Застосовується розмічальний циркуль при поділі ліній на відрізки, побудові кутів, поділ кола, позначенні кіл і дуг, а також при перенесенні лінійних розмірів з малюнка на матеріал.

Нутромір і кронциркуль стандартні. Нутромером (рис. 3.3 (д)) заміряють внутрішній діаметр виробу і деталей, а кронциркулем (рис. 3.3 (е)) -зовнішній.

Напилки. Напилки розрізняються за розмірами, профілем і насічки. За профілем напилки бувають тригранні, напівкруглі, круглі, плоскі, ромбічні, разновыпуклые (рис.3.4 (а)). Ювелірні напилки на відміну від слюсарних, як правило,- гостроносі.

Насічка напилків позначається номерами: 0, 1, 2, 3, 4, 5. Чим вище номер насічки, тим дрібніше зуб напилка. Напилки з великою насічкою (номерів 0, 1,2) призначені для попереднього (чорнового) обпилювання, напилки з більш дрібною насічкою (номерів 3, 4, 5) - для остаточного (чистового).

Напилки виготовляють з інструментальних сталей. Для забезпечення можливості безпечної та зручної роботи на хвостовик напилка насаджують дерев'яну ручку.

Надфіль. Відрізняється від напилка меншою площиною перерізу і тим, що хвостовик надфіля одночасно є рукояткою. Як і напилки, надфілі (рис.3.4 (б)) розрізняються за розмірами, профілем і насічкам.

Профіль надфілей - найрізноманітніший. Надфілі бувають тригранні, клиновидні (ножові), ромбічні, плоскі, квадратні, круглі, напівкруглі, різно - опуклі, пазові, овальні, голчасті. Насічка надфілей позначається номерами 1-6. Надфілі з насічкою номерів 1, 2, 3 застосовуються при чорновому обпилюванні рельєфу, контуру, паяних з'єднань. Надфілі з насічкою номерів 4-6 служать для чистової обробки: виведення дрібних рисок, обробки крапанов. Кріпляться надфілі в ручках з цанговим або гвинтовим затиском.

Рифель. На відміну від більшості надфилей рифелі мають укорочену, вигнуту робочу частину двояковипуклого, круглого і напівкруглого профілів з вигинами різної конфігурації: кільцевими, двоохрадіусними.

Як правило, у рифелей (рис.3. 4 (в)) одностороння насічка. Застосовуються рифели для обробки увігнутих поверхонь, доведення внутрішніх поверхонь порожнистих виробів.

Фреза. Спосіб обпилювання із застосуванням бормашинки і набору борів-фрез (рис. 3.4 (г)) дозволяє працювати швидше і продуктивніше. Найбільш часто застосовуються наступні види фрез: конічна, циліндрична, торцева, комбінована, кульова, порожнинна, фасонна.

Лобзик або лобзикштейн. За конструкцією і принципом дії схожий на звичайну ножівку (рис. 3.4 (д)).

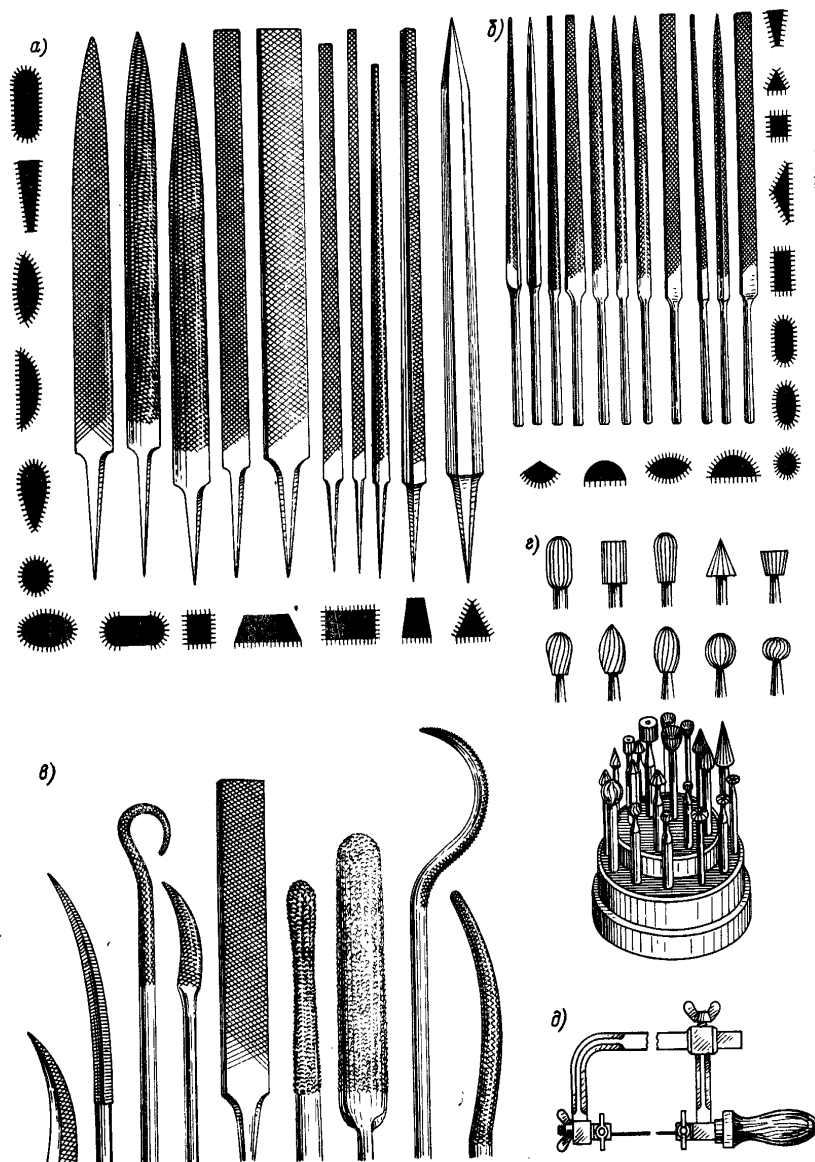


Рисунок 3.4 – Інструменти для обробки поверхонь

Закріплення різальної пилки та стабілізація її в робочому положенні, а також знімання здійснюються обертанням в ту або іншу сторону гвинта-баранчика і затискних щічок, що утримує поверхні яких нанесені ризики-зубчики. Розмір лобзика по довжині вільно регулюється і фіксується за допомогою напрямних і гвинта-баранчика, що дозволяє використовувати у роботі пилки як стандартної довжини, так і укорочені (зламані).

Пилки для лобзика являють собою певної довжини загартовану дріт прямокутного перерізу з похило-зубчастої насічкою на одній грані. Кріпиться пилка напрямком ріжучих зубів вниз, так як робоче положення лобзика зазвичай вертикальне.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

При виконанні дипломного проекту було розраховано ювелірну дільницю з виготовлення придатних виливків 200 кг в рік із сплаву срібла 140 кг та 60 кг із сплаву золота.

Було розраховано окремі відділки:

- відділок виготовлення моделей;
- відділок плавильно-заливальний;
- відділок формувально-заливальний;
- відділок фінішних операцій;
- склад готової продукції.

Всі відділки відповідають нормам:

1) охорона праці:

- мікроклімат;
- загрози хімічного опіку;
- вентиляція на дільниці;
- природне та штучне освітлення;
- електробезпеці;
- пожежній безпеці.

2) З розрахованої організаційно-економічної частини проекту окупованість ювелірної дільниці складає 0,004 роки, не враховуючи вартості закупки золота та срібла, що переплавляється.

З цього випливає, що розраховану дільницю доцільно використовувати при виготовленні 200 кг придатних виливків в рік із сплаву срібла 140 кг та 60 кг з сплаву золота.

4.1.1 Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – плановий баланс робочого часу за рік

Індекс	Найменування витрат часу	Кількість днів
1	2	3
1	Кількість номенклатурних днів за рік	365
2	Неробочі дні, у тому числі:	115
2.1	Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2	Вихідні	105
3	Режимний час підприємства	250
4	Витрати робочого часу працівників, тому числі:	38
4.1	Хвороба	12
4.2	Чергові та додаткові відпустки	24
4.3	Невиходи з дозволу адміністрації	1
4.4	Скорочення робочого часу матерям, підліткам та ін.	1
5	Плановий фонд роб, за рік, днів	210

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який визначається за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл}$.

$$K_{обл} = \frac{\Phi_{реж}}{\Phi_{пл}}, \quad (4.1)$$

де: $\Phi_{реж}$ – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл}$ – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

$$K_{обл} = \frac{250}{210} = 1,19$$

4.1.2 Допоміжні робітники

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства – аналога "Студія ювелірного дизайну" "НФ", згідно з їх частиною по відношенню до чисельності основних робітників.

4.1.3 Управлінський персонал

Чисельність управлінського персоналу встановлюємо виходячи із структури керування підприємством – аналог "Студія ювелірного дизайну" "НФ".

4.1.4 Загальна чисельність працівників

Загальна чисельність працівників приведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Відомість працюючих в цеху

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікація, розряд	Явочний штат 1- а зміна	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
1	2	3	4	5
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ				
Плавильник	5	1	1,19	1
Лаборант-плавильник	5	1	1,19	1
Формувальник	5	1	1,19	1
Воскувальник	5	1	1,19	1

Монтувальник	5	1	1,19	1
Закріпщик	5	1	1,19	1
Полірувальник	5	1	1,19	1
Разом		7		7
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ				
Різноробочий	1	1	1,19	1
Слюсар по ремонту тех. уст.	1	1	1,19	1
Слюсар по ремонту плав. уст.	1	1	1,19	1
Електромонтер	1	1	1,19	1
Разом	4	4		4
УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ				
Начальник ділянки	–	1	–	1
Разом		1		1

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи було розраховано ювелірну дільницю з виготовлення придатних виливків до 200 кг в рік із сплаву срібла 140 кг та 60 кг з сплаву золота.

Було розраховано окремі відділки:

- відділок виготовлення моделей;
- відділок плавильно-заливочний;
- відділок формувально-заливочний;
- відділок фінішних операцій;
- склад готової продукції.

Всі відділки відповідають нормам:

1) охорона праці:

- мікроклімат;
- загрозі хімічного опіку;
- вентиляція на дільниці;
- природне та штучне освітлення;
- електробезпеці;
- пожежній безпеці.

