

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА

Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

До захисту допущено
Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
“ ___ ” _____ 2021 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 136 «Металургія»

за освітньо-професійною програмою «Художнє та ювелірне литво»

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка
«Блюдце» та організація роботи плавильного відділення цеху художнього литва

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи ФЛ-61-2

Керівник	Варибрус Олександр Володимирович (прізвище, ім'я, по батькові)	_____ (підпис)
Консультант з охорони праці	доцент, доцент, д.т.н, Ямшинський М.М. (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)
Консультант з економічної частини	доцент, к.т.н, Демчук Г.В. (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
Консультант з нормоконтролю	доцент, к.т.н., Лютий Р.В. (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
Рецензент	ст. викл., к.т.н, Котляр С. Н. (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр»
Спеціальність 136 Металургія
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
“ ___ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Блюдце» та організація роботи плавильного відділення цеху заводу художнього литва керівник проєкту _____,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ___ » _____ 2021 року № ___

2. Строк подання студентом проєкту

3. Вихідні дані до проєкту 3.1 Номенклатура виливків цеху художнього литва. 3.2 Креслення деталі «Блюдце». 3.3 Серійність виробництва 2500 тон придатних виливків за рік. 3.4 Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розробити Вступ. 4.1 Провести аналіз виробничої програми цеху. 4.2 Обґрунтувати режим роботи і фонди часу цеху. 4.3 Розрахувати плавильне відділення. 4.4 Розробити технологічний процес виготовлення виливка. 4.5 Спроекувати ливарне устаткування. 4.6 Розрахувати організаційно-економічну частину 4.6 Привести аналіз охорони праці. Зробити висновки, перелік посилань та додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

5.1 Креслення плавильної дільниці. 5.2 Креслення технології виготовлення виливка «Блюдце». 5.3 Креслення модельної плити з моделлю низу.

5.4 Креслення форми в складеному вигляді. 5.5 Креслення індукційної тигельної печі ІЧТ-0,4/1. 5.6 Типові техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	к.е.н, ст. викладач Нараєвський Сергій Вікторович		
Охорони праці	к.т.н., доцент Демчук Гліб Вікторович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Переддипломна практика		
	Аналіз виробничої програми		
	Проектування плавильної дільниці		
	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Блюдце»		
	Проектування ливарного устаткування		
	Графічна частина проекту		
	Виконання розділів «Організаційно-економічна частина» та «Охорони праці»		
	Рецензування дипломного проекту		
	Захист дипломного проекту		

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Блюдце» та організація роботи плавильного відділення цеху художнього литва

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається с 83 сторінок, 43 таблиць, 9 рисунків, 11 посилань та 4 додатків.

Об'єктом проєктування є плавильне відділення ливарного цеху художнього литва та технологія виготовлення виливка «Блюдце».

Предметом проєктування є технологія виготовлення ливарної форми та визначення роботи плавильного відділення.

Результатом проєктування є розроблена технологія ливарної форми виготовлення виливка «Блюдце», розраховане ливарне устаткування, спроектоване плавильне відділення та його техніко-економічні показники.

Також у роботі розглянуті небезпеки та методи захисту робітників та навколишнього середовища від загрози в розділі по охороні праці.

ХУДОЖНЄ ЛИТВО, ПЛАВИЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ, БРОНЗА, ЧАВУН, ВИЛИВОК, ІНДУКЦІЙНА ТИГЕЛЬНА ПІЧ.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Аркуш.	Аркушів
Разроб.		<i>Варибрус О.В.</i>					6	1
Перев.		Ямшинський М.М.						
Н. Контр.								
Затв.								
						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

ABSTRACT

The diploma project consists of 83 pages, 43 tables, 9 figures, 11 references and 4 appendices.

The object of design is the smelting department of the foundry of artistic casting and the technology of making the casting "Saucer".

The subject of design is the technology of making the mold and determining the work of the melting department.

The result of the design is the developed technology of the foundry form of casting "Saucer", the calculated foundry equipment, the designed smelting department and its technical and economic indicators.

The paper also considers the dangers and methods of protecting workers and the environment from the threat in the section on labor protection.

ART CASTING, MELTING DEPARTMENT, BRONZE, CAST IRON, CASTING, INDUCTION CRUISE OVEN.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT	Літ.	Аркуш.	Аркушів
Разроб.	<i>Варибрус О.В.</i>						7	1
Перев.	Ямшинський М.М.							
Н. Контр.						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона		
Затв.						ФЛ-61-2		

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ABSTRACT	7
ВСТУП	10
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЦЕХУ	11
1.1 Виробнича програма.....	11
1.2 Аналіз виробничої програми	14
1.3 Характеристика виробництва та технологія виготовлення.....	17
виливків.....	17
1.4 Тип і структура цеху художнього литва	18
2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ.....	20
3 РОЗРАХУНОК ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ.....	22
3.1 Розрахунок баланса металу.....	22
3.2 Вибір та розрахунок кількості плавильних агрегатів	23
3.3 Визначення футерівки індукційний печей.....	25
3.4 Відомість витрат шихтових матеріалів	26
3.5 Розрахунок парку ковшів.....	27
3.6 Проектування будівлі цеху	28
4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ	
ВИЛИВКА.....	29
4.1 Характеристика деталі «Блюдце»	29
4.2 Визначення способу виготовлення виливка	29
4.3 Вибір площини розніму та положення виливка у формі.....	30
4.4 Визначення усадки металу та припусків на механічне оброблення	31
4.6 Визначення кількості виливків у формі та вибір розмірів опок	32
4.7 Вибір та розрахунок ливникової системи	35
4.8 Модельний комплект.....	41
4.9 Формувальна та стрижнева суміш	41

					ФЛ611.61201.1110.0000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		<i>Варибрус О.В.</i>			Літ.	Аркуш.	Аркушів
Перев.		Ямшинський М.М.			8	2	
Н. Контр.					Зміст		
Затв.					Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

4.10	Вибір способів попередження прилипання та пригару суміші.....	43
4.11	Приготування сумішей і фарб	44
4.12	Технологія виготовлення ливарної форми.....	45
4.13	Технологія виготовлення стрижнів	45
4.14	Процес заливання та термічної обробки вилівка	46
4.15	Технологія вибивання форм та фінішні операції	47
5	ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ	48
5.1	Загальний опис печі.....	48
5.2	Схема печі	48
5.3	Розрахунок геометричних розмірів тигля і індуктора	49
5.4	Виготовлення футерівки печі.....	51
6	ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	53
6.1	Визначення затрат електроенергії плавильного відділення	53
6.2	Розрахунок чисельності виробничих робітників	55
6.3	Розрахунок фонду заробітної плати робітників	57
6.4	Розрахунок продуктивності праці.....	59
6.5	Розрахунок капітальних вкладень	60
6.6	Визначення планової собівартості продукції	63
6.7	Розрахунок економічної ефективності проектного рішення.....	64
7	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
7.1	Загальна характеристика та умови експлуатації у плавильному відділенні.....	53
7.2	Оцінка потенційних небезпек і шкідливих виробничих факторів	55
7.3	Теплові та випромінювальні небезпеки	56
7.4	Хімічні небезпеки	57
7.5	Механічні небезпеки	59
7.6	Небезпека ураженням електричним струмом.....	61
	ВИСНОВКИ	77
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	78
	ДОДАТКИ	79

ВСТУП

Завдання роботи – проектування плавильної дільниці цеху художнього литва, яка виготовлятиме розплавлений метал для 2500 тон придатних виливків на рік.

У ході проектування дільниці потрібно забезпечити його високу технологічність, економічну ефективність та охорону праці працівників. Відділення буде постачати завод рідким металом сплавів бронзи та чавуну. Вхідними даними є виробнича програма та маса придатних виливків на рік.

Другим етапом роботи є проектування процесу виготовлення виливка «Блюдце» масою 1,7 кг з чавуну СЧ-20. Існує необхідність виконання аналізу можливих способів його виготовлення, його положення у формі та типу ливникової системи. Потім провести розрахунок габаритних розмірів опок, ливникової системи. Визначити модельний комплект, формувальну та стрижневу суміш відповідно технології виготовлення та обраного устаткування.

Проводимо проектування попередньо обраного устаткування, яке буде задіяне у плавильному відділенні.

В організаційно-економічній частині визначаємо капітальні вкладення у плавильне відділення, його економічну доцільність та організацію роботи працівників, постачання матеріалів.

Також потрібно забезпечити безпечну роботу працівників у відділенні, враховуючи всі небезпечні фактори, та провести міри боротьби з ними у розділі охорони праці.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.	Варибрус О.В.				Вступ	Лт.	Аркуш.	Аркушів
Перев..	Ямшинський М.М.						10	1
Н. Контр.						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона		
Затв.						ФЛ-61-2		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЦЕХУ

1.1 Виробнича програма

Цех художнього литва потужністю 2500 тон придатних виливків на рік в якому виготовляються виливки з сірого чавуну СЧ-20 і бронзи БрОЦС 5-5-5.

Річна виробнича програма передбачає виготовлення певної кількості виробів і визначається за формулою:

$$K = \frac{P_{\text{ц}}}{\sum m_{\text{м}}}, \quad (1.1)$$

де $P_{\text{ц}}$ – потужність ливарного цеху, кг;

$m_{\text{м}}$ – маса металу, яка необхідна для виготовлення і-го виробу, кг.

Користуючись формулою 1.1 визначаємо кількість виробів на рік:

$$K = \frac{2500000}{684,8} = 3651.$$

Отже, цех повинен виготовити за рік 3651 виріб.

Використовуючи розрахунки та дані номенклатури виливків цеху, які наведені в таблиці 1.1 складається точна подетальна виробнича програма цеху художнього литва.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.		Варибрус О.В.			<i>АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЦЕХУ</i>	Лт.	Аркуш.	Аркушів
Перев..		Ямшинський М.М.					11	
Н. Контр.						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона		
Затв.						ФЛ-61-2		

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків ливарного цеху

№	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на 1 виріб, кг	Маса виливків на 1 виріб, кг	Габаритні розміри виливка, мм		Режим термічного оброблення	
							довжина	ширина		висота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ФЛ-6101	Попруддя І.І. Сікорського	БрОЦС 5-5-5	8	1	8	163	163	290	-
2	ФЛ-6102	Попруддя С.А. Бандери	БрОЦС 5-5-5	7,2	1	7,2	155	163	290	-
3	ФЛ-6103	Попруддя олімпійця	БрОЦС 5-5-5	5,9	1	5,9	160	175	290	-
4	ФЛ-6104	Скульптурна композиція "Різдво"	БрОЦС 5-5-5	5,2	1	5,2	145	145	300	-
5	ФЛ-6105	Скульптурна композиція "Гори"	БрОЦС 5-5-5	3,5	1	3,5	230	230	310	-
6	ФЛ-6106	Скульптурна композиція "Собака і кіт"	БрОЦС 5-5-5	28	1	28	500	450	700	-
7	ФЛ-6107	Скульптурна композиція "Каліграфуризм"	БрОЦС 5-5-5	125	1	125	550	350	1450	-
8	ФЛ-6108	Художнє литво "Бджілка"	БрОЦС 5-5-5	3,4	1	3,4	230	230	200	-
9	ФЛ-6109	"Лис"	БрОЦС 5-5-5	2,8	1	2,8	Ø220	Ø220	50	-
10	ФЛ-6110	Художнє литво "Курорт"	БрОЦС 5-5-5	2	1	2	90	95	250	-
11	ФЛ-6111	Фонган "Дельфін"	БрОЦС 5-5-5	150	1	150	Ø1250	Ø1250	1750	-
12	ФЛ-6112	Опора для лампи "Міні"	СЧ-20	14,3	1	14,3	200	200	500	-
13	ФЛ-6113	Ліхтарний стовб "Класичний"	СЧ-20	13,2	1	13,2	230	230	1600	Відпал
14	ФЛ-6114	Опора для лампи "Класична"	СЧ-20	12	1	12	260	260	500	Відпал
15	ФЛ-6115	Ліхтарний стовб "Практичний"	СЧ-20	94	1	94	253	253	2430	Відпал
16	ФЛ-6116	Опора для лампи "Полігональ"	СЧ-20	15,4	1	15,4	180	180	900	Відпал
17	ФЛ-6117	Ліхтарний стовб "Фрактал"	СЧ-20	94	1	94	195	195	2430	Відпал
18	ФЛ-6118	Опора для лампи "Наднова"	СЧ-20	14,2	1	14,2	180	180	650	Відпал

ФЛ611.61201.1110.0000

Арк.

12

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	ФЛ-6119	Ліхтарний стовб "Культура"	СЧ-20	72	1	72	320	320	2330	Відпал
20	ФЛ-6120	Опора для лампи "Полігональ 2"	СЧ-20	13,5	1	13,5	175	175	560	Відпал
21	ФЛ-6121	Ліхтарний стовб "Культура 3"	СЧ-20	72	1	72	380	380	2330	Відпал
22	ФЛ-6122	Опора для лампи "Класична 2"	СЧ-20	12,7	1	12,7	140	140	540	Відпал
23	ФЛ-6123	Ліхтарний стовб "Новатор"	СЧ-20	66	1	66	380	380	2330	Відпал
24	ФЛ-6124	Опора для лампи "Наднова 2"	СЧ-20	10	1	10	140	140	450	Відпал
25	ФЛ-6125	Елемент огорожі	СЧ-20	9,8	1	9,8	480	480	350	Відпал
26	ФЛ-6126	Паркан	СЧ-20	9,3	1	9,3	470	45	260	Відпал
27	ФЛ-6127	Паркан 2	СЧ-20	6	1	6	300	100	200	Відпал
28	ФЛ-6128	Паркан 3	СЧ-20	7,2	1	7,2	350	60	420	Відпал
29	ФЛ-6129	Паркан 4	СЧ-20	5,7	1	5,7	340	45	290	Відпал
30	ФЛ-6130	Паркан 5	СЧ-20	7,30	1	7,3	280	64	245	Відпал
31	ФЛ-6131	"Блюдеце"	СЧ-20	1,75	1	1,75	Ø300	Ø300	10	Відпал

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ФЛ611.61201.1110.0000

Арк.

13

1.2 Аналіз виробничої програми

У процесі аналізу виробничої програми в цеху необхідно визначити хід виконання плану за обсягом виробництва, ритмічність роботи цеху, показники якості продукції та робіт.

Одним з основних питань аналізу виробничої програми ливарного цеху є визначення ступеня виконання плану випуску придатних виливків по видам.

Продовжуючи аналіз виробничої програми слід визначити, як буде виконано завдання цехом з випуску виливків в межах окремих масових груп. В нашому цеху будуть дві масові групи:

- I група – до 20 кг.
- II група – від 20 до 100 кг;

За допомогою формули 1.1 та номенклатури виливків (табл. 1.1) визначаємо річну кількість випуску виливка та масу кожного виливка на рік. Бачимо, що виливки масою від 125 до 150 кг будуть випускатися в кількості 1095 одиниць за рік, а інші в кількості 3651 шт./рік.

Також потрібно врахувати масу на запасні частини для кожної групи:

- для I масової групи – 15%;
- для II масової групи – 10%.

Визначаємо масу готової деталі без ливникової системи, випорів, холодильників, тощо.

Отримані розрахунки зводимо до таблиці 1.2 та отримуємо подетальну виробничу програму цеху.

Отже за рік цех художнього литва повинен виготовити 108070 шт. виливків що складає 2500 т.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.2 – Подетальна виробнича програма ливарного цеху

№	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал вилівка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				готової деталі	вилівка	шт.	кг	на основі виробництва		на запасні частини		всього		
								шт.	кг	шт.	кг	шт.	кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Перша масова група														
1	ФЛ-6101	Погруддя І.І. Сікорського	БрОЦС 5-5-5	6,4	8	1	8	3286	26,29	10	365	2,92	3651	29,21
2	ФЛ-6102	Погруддя С.А. Бандери	БрОЦС 5-5-5	5,76	7,2	1	7,2	3286	23,66	10	365	2,63	3651	26,29
3	ФЛ-6103	Погруддя олімпійця	БрОЦС 5-5-5	4,72	5,9	1	5,9	3286	19,39	10	365	2,15	3651	21,54
4	ФЛ-6104	Скульптурна композиція "Різдво"	БрОЦС 5-5-5	4,16	5,2	1	5,2	3286	17,09	10	365	1,90	3651	18,99
5	ФЛ-6105	Скульптурна композиція "Гори"	БрОЦС 5-5-5	2,8	3,5	1	3,5	3286	11,50	10	365	1,28	3651	12,78
6	ФЛ-6106	Скульптурна композиція "Собака і кіт"	БрОЦС 5-5-5	22,4	28	1	28	3286	92,01	10	365	10,22	3651	102,23
7	ФЛ-6108	Художнє литво "Бджілка"	БрОЦС 5-5-5	2,72	3,4	1	3,4	3286	11,17	10	365	1,24	3651	12,41
8	ФЛ-6109	"Лис"	БрОЦС 5-5-5	2,24	2,8	1	2,8	3286	9,20	10	365	1,02	3651	10,22
9	ФЛ-6110	Художнє литво "Курорт"	БрОЦС 5-5-5	1,6	2	1	2	3286	6,57	10	365	0,73	3651	7,30
10	ФЛ-6112	Опора для лампи "Міні"	СЧ-20	11,44	14,3	1	14,3	3286	46,99	10	365	5,22	3651	52,21
11	ФЛ-6113	Ліхтарний стовб "Класичний"	СЧ-20	10,56	13,2	1	13,2	3286	43,37	10	365	4,82	3651	48,19
12	ФЛ-6114	Опора для лампи "Класична"	СЧ-20	9,6	12	1	12	3286	39,43	10	365	4,38	3651	43,81
13	ФЛ-6116	Опора для лампи "Полігональ"	СЧ-20	12,32	15,4	1	15,4	3286	50,60	10	365	5,62	3651	56,23
14	ФЛ-6118	Опора для лампи "Наднова"	СЧ-20	11,36	14,2	1	14,2	3286	46,66	10	365	5,18	3651	51,84
15	ФЛ-6120	Опора для лампи "Полігональ 2"	СЧ-20	10,8	13,5	1	13,5	3286	44,36	10	365	4,93	3651	49,29
16	ФЛ-6122	Опора для лампи "Класична 2"	СЧ-20	10,16	12,7	1	12,7	3286	41,73	10	365	4,64	3651	46,37

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	ФЛ-6124	Опора для лампи "Наднова 2"	СЧ-20	8	10	1	10	3286	32,86	10	365	3,65	3651	36,51
18	ФЛ-6125	Елемент огорожі	СЧ-20	7,84	9,8	1	9,8	3286	32,20	10	365	3,58	3651	35,78
19	ФЛ-6126	Паркан	СЧ-20	7,44	9,3	1	9,3	3286	30,56	10	365	3,40	3651	33,95
20	ФЛ-6127	Паркан 2	СЧ-20	4,8	6	1	6	3286	19,72	10	365	2,19	3651	21,91
21	ФЛ-6128	Паркан 3	СЧ-20	5,76	7,2	1	7,2	3286	23,66	10	365	2,63	3651	26,29
22	ФЛ-6129	Паркан 4	СЧ-20	4,56	5,7	1	5,7	3286	18,73	10	365	2,08	3651	20,81
23	ФЛ-6130	Паркан 5	СЧ-20	5,84	7,30	1	7,3	3286	23,99	10	365	2,67	3651	26,65
24	ФЛ-6131	"Блюде"	СЧ-20	1,4	1,75	1	1,75	3286	5,75	10	365	0,64	3651	6,39
Друга масова група														
25	ФЛ-6107	Скульптурна композиція "Каліграфуризм"	БрОЦС 5-5-5	104,17	125	1	125	931	116,38	15	164	20,54	1095	136,91
26	ФЛ-6111	Фонтан "Дельфін"	БрОЦС 5-5-5	125,00	150	1	150	931	139,65	15	164	24,64	1095	164,30
27	ФЛ-6115	Ліхтарний стовб "Практичний"	СЧ-20	78,33	94	1	94	3103	291,71	15	548	51,48	3651	343,19
28	ФЛ-6117	Ліхтарний стовб "Фрактал"	СЧ-20	78,33	94	1	94	3103	291,71	15	548	51,48	3651	343,19
29	ФЛ-6119	Ліхтарний стовб "Культура"	СЧ-20	60,00	72	1	72	3103	223,44	15	548	39,43	3651	262,87
30	ФЛ-6121	Ліхтарний стовб "Культура 3"	СЧ-20	60,00	72	1	72	3103	223,44	15	548	39,43	3651	262,87
31	ФЛ-6123	Ліхтарний стовб "Новатор"	СЧ-20	55,00	66	1	66	3103	204,82	15	548	36,14	3651	240,97

1.3 Характеристика виробництва та технологія виготовлення виливків

Ливарні цехи розрізняють за родом ливарного сплаву, характером (серійності) виробництва, за масою одного виливка, потужністю цехів (річному виробництву виливків), способами виробництв і галузями промисловості, які вони обслуговують [1].

Цех заводу художнього литва виготовлятиме 2500 т придатних виливків на рік (108070 виробів) з сірого чавуну і бронзи. Маса виливків від 1,75 до 150 кг. Річна кількість виливків одно найменування з врахуванням запасних частин – від 1095 до 3651 шт.

За характером виробництва – серійний.

За максимальною масою виливка в номенклатурі – дрібне виробництво.

Розплавлення чавуну і бронзи здійснюватиметься в індукційних тигельних печах, що дозволить підвищити продуктивність праці, покращити якість виливків і значно поліпшити умови праці. Матеріали виливків передбачають використання різних тиглів для кожного сплаву:

- 1) Для СЧ-20 – тигель з кислото футерівкою
- 2) Для БрОЦС 5-5-5 – графітовий тигель;

У проєктованому цеху виготовлення стрижнів і дрібних форм буде проводитися на автоматизованому формувальному і стрижневому обладнанні, крупні форми будуть виготовлятися вручну.

Судячи з наведених даних, лиття проводимо в разові піщано-глинясті форми.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		17

1.4 Тип і структура цеху художнього литва

Структуру ливарного цеху визначає його потужність, номенклатура, ступінь спеціалізації і тип виробництва.

Перелік виробничих, допоміжних відділень та складських приміщень ливарного цеху виробництва виливків в разових піщаних формах наведено в табл 1.3 [2].

Таблиця 1.3 – Склад ливарного цеху

Виробничі відділення	Допоміжні відділення	Склади
Плавильні	Ремонтно-енергетичні та ремонтно-механічні майстерні	Шихтових матеріалів з розвантажувальним пристроєм
Ділянки приготування шихти	Майстерні ремонту модельно-опочної оснастки	Свіжих формувальних матеріалів
Формувально-заливально-вибивні, включаючи сушильні установки і ділянку литих каркасів	Ковшові, включаючи участки приготування вогнетривких матеріалів, ремонту ковшів, набивки тиглів	Опок та виливниць
Сумішоприготувальні для формувальних і стрижневих сумішей	Лабораторії (експрес-хімічні для обслуговування плавильних агрегатів, формувальних матеріалів та інші);	Модельної оснастки
Стрижневі, включаючи сушильні установки і склад стрижнів	Підготовки сумішей, що складається з ділянок сушіння та просівання піску, розмелювання глини, приготування глинистої суспензії	Стрижневих ящиків, сушарок, та плит
Обрубки, очистки та термообробки з ділянкою для виправлення виливків	Загальноцехові пульти систем управління, силові трансформатори, підстанції, вентиляційні установки і т.д.	Пристосувань та інструментів

Відношення площ відділень розраховують відносно формувально-заливально-вибивного відділення яке приймають за 100%. Орієнтовані відношення площ виробничих відділень цеха складають [3]:

- сумішоприготувальне – 20–40%;
- стрижневе – 30–60%;
- плавильне – 20–30%;
- фінішних операцій – 50–70%.

Виходячи з характеристик цеху, які наведені в попередньому розділі та відношень площ розробляємо ескізний проект з компоновкою кожного технологічного відділення (рис. 1.1).



1 – склад формувальних та шихтових матеріалів; 2 – плавильне відділення; 3 – стрижневе відділення; 4 – сумішоприготувальне відділення; 5 – формувально-заливально-вибивальне відділення; 6 – відділення фінішних операцій; 7 – склад готової продукції;

Рисунок 1.1 – Ескіз компоновки ливарного цеху

2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ

За характеристикою виробництва цеху художнього литва обираємо двозмінний режим роботи.

Згідно з ст. 50 про “Норму тривалості робочого часу” Кодексу законів про працю України, тривалість робочого дня не може перевищувати 40 годин на тиждень [5].

Розрізняють фонди часу роботи робітників і обладнання. Повний календарний річний фонд часу Φ_k (в годинах) однієї одиниці обладнання дорівнює добутку числа годин у добі на число календарних днів в році ($24 \times 365 = 8760$ годин).

Номінальній Φ_n , є часом (в годинах), протягом якого може виконуватися робота по прийнятому режиму, без урахування неминучих втрат. Φ_n розраховується за формулою:

$$\Phi_n = D_p \cdot T_{zm}, \quad (2.1)$$

де D_p – кількість робочих днів у році;

T_{zm} – тривалість робочої зміни.

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 = 2008 \text{ год}$$

Однак Φ не може бути повністю використаний, так як навіть в добре організованому виробництві є неминучі втрати часу по ряду причин, тому при проектуванні визначається ефективний фонд часу Φ_e [4].

					ФЛ611.61201.1110.0000					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ					
Разроб.		Варибрус О.В.						Літ.	Аркуш.	Аркушів
Перев..		Ямшинський М.М.						20		
Н. Контр.								Інститут металознавства ім. Є.О. Патона		
Затв.								ФЛ-61-2		

Дійсний фонд часу визначається за формулою:

$$\Phi_e = \Phi_n - T_{н.о}, \quad (2.2)$$

де $T_{н.о}$ – час на непередбачувані обставини, відпустку та освоєння виробництва, $T_{н.о} = 270$ год

Тоді враховуючи все вище перераховане, отримуємо:

$$\Phi_e = 2008 - 168 = 1840 \text{ год}$$

Режим роботи, кількість робочих змін та ефективний річний фонд часу наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Режим роботи ливарного цеху та фонди часу

№	Назва відділення та устаткування	К-сть робочих змін на добу	Ефективний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення	2	3720	1840
2	Формувально-заливально-вибивальне відділення	2	3600	1840
3	сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
4	Стрижневе відділення	2	3640	1840
5	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
6	склад готової продукції	2	3600	1840
7	склад формувальних та шихтових матеріалів	2	3600	1840

3 РОЗРАХУНОК ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

3.1 Розрахунок балансу метала

Розрахунок плавильного відділення полягає в складанні балансу металу за марками, що виплавляються, виборі типу і визначенні кількості плавильних агрегатів.

Розрахунок плавильних агрегатів та іншого обладнання починається з визначення необхідного обсягу металозавалки по окремих марках металу.

Відсоток зливів, сплесків – 3 %, на ливникові системи – 26 %, брак – 4 %, підсумовуємо і отримуємо на все 33%.

Угар бронзи БрОЦС 5-5-5 та чавуну СЧ-20 в індукційних тигельних печах приблизно 3 %.

Зводимо всі дані і розраховуємо баланс металу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Баланс металу

№	Груповий потік	Придатне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка	
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	БрОЦС 5-5-5	64	542,17	33	279,56	97	821,73	3	25,41	100	847,15
2	СЧ-20	64	2009,33	33	1036,06	97	3045,39	3	94,19	100	3139,57
3	Разом		2551,50		1315,62		3867,12		119,60		3986,72

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ	Лт.	Аркуш.	Аркушів
Разроб.		Варибрус О.В.					22	
Перев..		Ямшинський М.М.				Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		
Н. Контр.								
Затв.								

3.2 Вибір та розрахунок кількості плавильних агрегатів

Плавка металу буде відбуватися в індукційній тигельній печі типу ІЧТ.

Індукційні печі є досить продуктивним і високоякісним обладнанням, яке здатне видавати великі обсяги готової продукції.

Переваги використання індукційних печей полягає в тому, що даний метод плавки металу змінює загальний баланс шихти та за рахунок того змінюється собівартість придатного литва, економія на природньому газі та стисненому повітрі, зменшення браку виливків.

За визначеними даними балансу металу, розраховуємо об'єм годинної потреби металу для кожного групового потоку за формулою:

$$M = \frac{M_p}{\Phi_E} \quad (3.1)$$

де M_p – річна маса рідкого металу, т/год;

Φ_e – ефективний фонд часу роботи печі, год.

За формулою 3.1 розраховуємо годинну потребу рідкого металу для кожного групового потоку.

$$M_1 = \frac{821,73}{3720} = 0,22 \text{ т/год}$$

$$M_2 = \frac{3045,39}{3720} = 0,81 \text{ т/год}$$

Виходячи з отриманих розрахунків обираємо відповідну піч для кожного групового потоку. Для першого потоку – ІЛТ-0,4/1, для другого – ІЧТ-1/0,4.

Отримавши всі необхідні значення визначаємо необхідну кількість печей за формулою:

$$N_{\pi} = \frac{M_p \cdot K_H}{\Phi_E \cdot q}, \quad (3.2)$$

де K_H – коефіцієнт нерівномірності витрати рідкого металу, $K_H = 1.3$;
 q – продуктивність печі.

$$N_{\pi 1} = \frac{821,73 \cdot 1,2}{3720 \cdot 0,3} = 0,88$$

$$N_{\pi 2} = \frac{3045,39 \cdot 1,2}{3720 \cdot 0,4} = 2,45$$

У плавильне відділення буде встановлено 1 піч ІЛТ-0,4/1 і 3 печі ІЧТ-1.
 Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою:

$$K = \frac{M_p}{\Phi_E \cdot q \cdot N_{\pi}}, \quad (3.3)$$

де N_{π} – розрахована кількість плавильних агрегатів, які працюють одночасно.

$$K_1 = \frac{821,73}{3720 \cdot 0,3 \cdot 1} = 0,73,$$

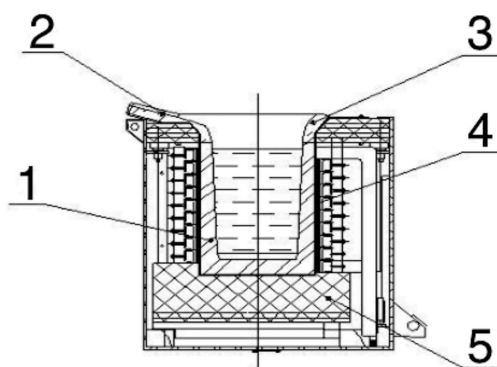
$$K_2 = \frac{3045,39}{3720 \cdot 0,4 \cdot 3} = 0,68.$$

3.3 Визначення футерівки індукційний печей

Футерівка індукційних тигельних печей складається із 5 основних елементів (рис. 3.1): плавильного тигля, подина, «комірець», зливного носик та шару теплової ізоляції.

Обираємо футерівку печі за ємністю печі та сплаву що виплавляється. У плавильному відділенні буде відбуватися плавка сірого чавуну СЧ-20 та бронзи БрОЦС 5-5-5 отже для кожного сплаву підбираємо відповідну футерівку.

Ємність печі марки ІЧТ-1/0,4 – 1 т, ІЛТ-0,4/1– 0,4 т.



1 – плавильний тигель; 2 – зливний носик; 3 – «комірець»; 4 – теплова ізоляція; 5 – подина.

Рисунок 3.1 – Елементи футерівки індукційної печі

Для чавуну СЧ-20 – кисла футерівка виконується з кварциту з вмістом кремнезему не менше 95%. В якості сполучного елементу використовують 1,5-2,0% технічної борної кислоти. Масу для набивання тигля складають на дві третини з меленого кварциту з розміром зерен 2-3 мм і на одну третину з кварцитової борошна (0-1,5 мм) без зволоження.

Для бронзи БрОЦС 5-5-5 – графітові тигель марки Mammut-ISO-Graphite форми А400 ємністю 400 кг. Вони формовані ізостатичним способом, залежно від області застосування мають унікальну стійкість до корозії та до температурних змін.

Тигель розташовується по осі індуктора, дно тигля рекомендується розташовувати в районі між 1-им і 2-м витком котушки індуктора. Важливо, щоб чаша була встановлена в печі концентрично. У цьому випадку забезпечується рівномірний нагрів стінок тигля, що продовжує термін його служби. Графітові вогнетривкі тиглі складаються з природного графіту, глини і карбіду кремнію. Графіт надає тиглю необхідну термостійкість і є в значній мірі стійким до хімічного впливу.

3.4 Відомість витрат шихтових матеріалів

Для визначення витрат шихтових матеріалів потрібно розглянути хімічний склад сплавів, які використовуються у виробництві (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сплавів виробництва цеху

Марка сплаву, стандарт	Масова частка елементів, %							
	Основні компоненти				Домішки (не більше)			
СЧ-20 (ГОСТ 1412-85)	C	Si	Mn	Fe	P		S	
	3,3...3,5	1,4...2,4	0,7...1,0	Решта	0,2		0,15	
БрОЦС 5-5-5 (ГОСТ 613-79)	Sn	Zn	Pb	Cu	Al	Fe	Si	Sb
	4,0...6,0	4,0..6,0	4,0...6,0	Решта	0,05	0,4	0,05	0,5

Виходячи з цих даних складаємо відомість витрат шихтових матеріалів для кожної марки сплаву (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Відомість витрат шихтових матеріалів

№	Найменування матеріалів шихти	Кількість		Марка сплаву
		%	т	
1	2	3	4	5
1	Чавунний брухт	48	1507,00	СЧ-20
2	Сталевий брухт	30	941,87	
3	Зворот власного виробництва	33	1036,06	
4	Феромарганець ФМп75	0,7	21,98	
5	Всього		3506,91	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
6	Зворот власного виробництва	33	279,56	БрОЦС 5-5-5
7	Мідь	57	482,87	
8	Олово	5	42,36	
9	Свинець	5	42,36	
10	Всього		847,15	

Шихтові матеріали для плавки чорних і кольорових сплавів складаються з первинних, або свіжих матеріалів проміжних сплавів і напівпродуктів, що надходять з металургійних заводів; брухту і відходів, що надходять з підприємств переробки брухту чорного металу, і повернення власного виробництва: ливникових систем, сплесків і брака ливарного цеху, відходів обробних цехів.

3.5 Розрахунок парку ковшів

Розрахунок парку заливальних ковшів виконується з урахуванням кількості одночасно працюючих ковшів, тривалості роботи ковша до ремонту і тривалості ремонту. Час роботи ковша до ремонту і тривалості ремонту залежить від ємності ковша.

Розрахунок кількості одночасно працюючих заливальних ковшів проводимо за формулою:

$$N = \frac{q \cdot N_{\text{п}} \cdot t_{\text{ц}}}{60 \cdot m}, \quad (3.4)$$

де q – продуктивність печі, т/год;

$N_{\text{п}}$ – число одночасно працюючих печей, шт;

$t_{\text{ц}}$ – час роботи ковша, хв;

m – місткість ковша, т.

Ємність ковша обираємо 150 кг.

$$N_1 = \frac{0,4 \cdot 3 \cdot 10}{60 \cdot 0,15} = 1,3$$

$$N_2 = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{60 \cdot 0,15} = 0,33$$

В ливарному цеху буде працювати 5 ковшів. Двоє з них будуть у ремонті, що забезпечить безперервну роботу відділення.

3.6 Проектування будівлі цеху

Основні параметри приміщень плавильних відділень обирають виходячи з умов зручного і безпечного обслуговування плавильних агрегатів.

Будівля одноповерхова з відстанню між колонами – 6 м. Поли виконані з плит вогнетривкого бетону.

Підйомно-транспортне устаткування – підйомні крани. Крани виконують заливання і транспортування рідкого металу у ковшах, тому в їх механізм встановлюють додаткові гальма. Для трьох плавильних печей моделі ІЧТ-1/0,4 і одної ІЛТ-0,4/1 обрана вантажопідйомність двох кранів – 10 т, висота підкранової колії – 8,15 м, ширина прольоту – 18 м. Мінімальна відстань між печами – 2,5 м.

Для ремонту ковшів у відділенні передбачені ділянки приготування вогнетривкої маси, ремонту футерівки і знімних вузлів печей, майданчики для ремонту механізмів устаткування, стенди для сушки і підігріву ковшів

4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

4.1 Характеристика деталі «Блюдце»

Деталь «Блюдце» – виріб художнього литва, який служить частиною багаторівневої тарілки для подачі фруктів та десертів. Форма кругла у виді плоскої тарілки з орнаментом діаметром 300 мм, та товщиною стінок 10 мм і 6 мм. Для закріплення деталі на в центрі зроблений отвір діаметром 42 мм. Маса готової деталі – 1,4 кг; виливка – 1,7 кг.

За формою виливок відкритої форми і відноситься до 2 групи складності. За масою дрібний, відноситься до 1 групи виливків за масою. Виробництво серійне.

Матеріал виготовлення – сірий чавун марки СЧ-20, він здатний протистояти силі розтягування до 200 МПа. Має такі переваги:

- невелика усадка;
- легкість в обробці, шліфовці;
- підвищена текучість;
- низька вартість виробництва;
- хороша стійкість до зношування;
- достатньо висока міцність;
- підвищена циклічна в'язкість.

4.2 Визначення способу виготовлення виливка

Виходячи з наведених характеристик литої деталі обираємо виготовлення виливка у сирих піщано-глинястих формах.

					ФЛ611.61201.1110.0000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Варибрус О.В.			Літ.	Аркуш.	Аркушів
Перев..		Ямшинський М.М.				29	
Н. Контр.					Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		
Затв.							

Головною перевагою литва в піщано-глинясті форми є його простий та дешевий спосіб виготовлення. Цей спосіб майже не обмежений по розмірам, масі та конфігурації виливків, що виробляються. Економічно доцільний при любому характері виробництва, для деталей любой маси, конфігурації, габаритів та марок сплавів.

У виробництві вилівка деякі технологічні процеси будуть виконувати такі машини:

- піскодувна стрижнева машина для формування стрижнів;
- автоматизована ливарна лінія для складання, пресування і процесу заливання форм.

4.3 Вибір площини розніму та положення вилівка у формі

Вибір положення вилівка у формі передбачає виконання ряду умов, які дозволять отримати якісний вилівок при мінімальних затратах на його виготовлення. Положення вилівка у формі повинно забезпечувати:

- 1) Направлене твердіння і живлення всіх частин вилівка. Для цього розташовуємо найбільш масивні елементи і вузли в верхніх або бокових частинах форми.
- 2) Найбільш просте оформлення ливникової системи. Вона повинна підводити сплав до порожнини форма самим коротким шляхом, при цьому небажане застосування стрижнів, а також необхідно щоб сплав поступав у форму спокійно, не фонтанував і не розмивав стрижні.
- 3) Запобігання утворення газових раковин, забезпечення переважно верхнього відводу газів із стрижнів.
- 4) Мінімальну кількість стрижнів.
- 5) Відповідальні і оброблювальні поверхні слід розташовувати внизу форми.
- 6) Великі плоскі поверхні в нижній півформі.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Виходячи з наведених умов розташовуємо виливок у формі горизонтально та у нижній півформі.

При визначенні поверхні площини форми повинні виконуватися та умови:

- 1) Число рознімів повинно бути мінімальним, найкраще один.
- 2) При вибраній поверхні розніму модель повинна вільно вилучатися з форми.
- 3) В цілях підвищення точності виливок рекомендовано розташовувати в одній півформі, краще у верхній.
- 4) Необхідно максимально знизити кількість стрижнів.
- 5) Поверхня розніму повинна бути по можливості плоскою.

Враховуючи всі умови обираємо площину розніму і показуємо її на кресленні (рис 4.1)

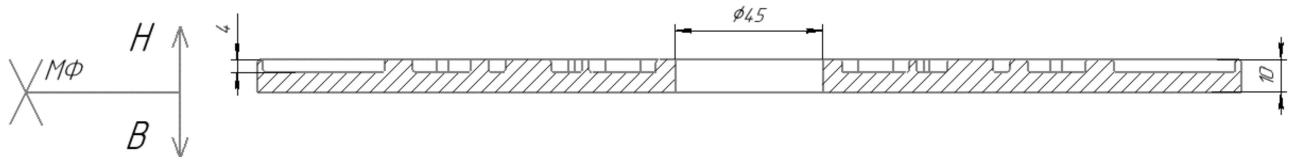


Рисунок 4.1 – Площина розніму і положення виливка у формі

4.4 Визначення усадки металу та припусків на механічне оброблення

Усадка - негативне явище не тільки тому, що при ній змінюються обсяг і розміри виготовлених виливків, а й тому, що вона є причиною створення в виливках усадкових раковин, пористості, внутрішньої напруги, що призводять до викривлень і тріщини [6].

Лінійна усадка чавуну СЧ-20 – 1,2 %.

Величину припусків та точність виливка визначаємо за ГОСТ 26645-85 в наступному порядку:

										ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							31

У формі буде розташовано чотири виливки, схема розташування їх у формі та відстані наведені на рис. 4.3.

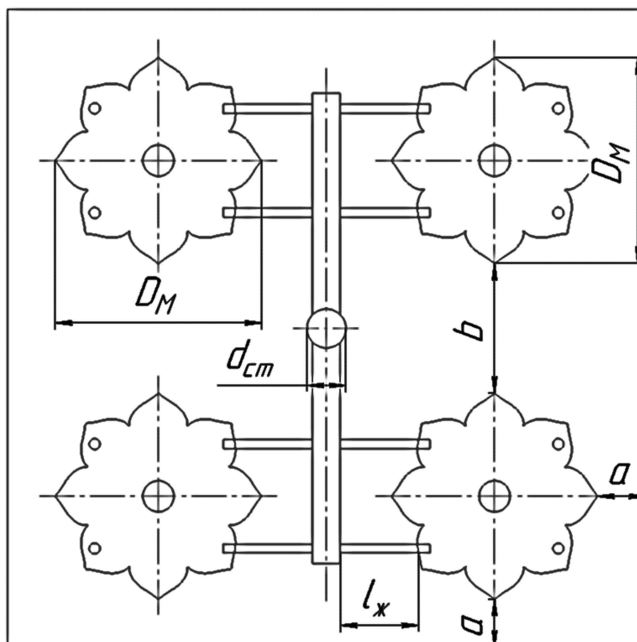


Рисунок 4.2 – Положення виливків у формі

Прийняті значення відстаней та їх назва наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Відстані вилівка від опоки

Мінімально допустима товщина слою), мм				
Від моделі до стінки опоки	Між моделями	Від низу моделі до низу опоки	Від верху моделі до верху опоки	Між моделью і шлаковловлювачем
20	30	50	40	30
Позначення на ескізі				
a	b	c	d	l _ж

Цих даних достатньо щоб розрахувати ширину, довжину та висоту опоки, що дає змогу підібрати потрібну опоку.

Розрахунок довжини опоки проводимо за формулою:

$$L_0 = 2 \cdot (a + D_M + l_{ж}) + d_{ст}, \quad (4.1)$$

де a – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

D_m – діаметр виливка, мм;

$l_{ж}$ – довжина живильника, мм;

$d_{ст}$ – діаметр стояка, мм.

Підставляємо дані у формулу 4.1 і отримаємо:

$$L_o = 2 \cdot (20 + 300 + 30) + 10 = 715 \text{ мм.}$$

Далі розраховуємо ширину опоки за допомогою наступної формули:

$$B_o = 2 \cdot (a + D_m) + b, \quad (4.2)$$

де b – відстань між виливками, мм.

Розраховуємо ширину за формулою 4.2:

$$B_o = 2 \cdot (20 + 300) + 30 = 670 \text{ мм.}$$

Розрахункова висота верхньої опоки:

$$H_{в.о} = c + h_{м.в}, \quad (4.3)$$

де c – відстань від низу моделі до низу опоки, мм;

$h_{м.в}$ – висота верхньої моделі, мм.

Розрахункова висота нижньої опоки:

$$H_{н.о} = d + h_{м.н}, \quad (4.4)$$

де d – відстань від верху моделі до низу верху, мм;

$h_{м.н}$ – висота нижньої моделі, мм.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою формули 4.4 розраховуємо висоту верхньої та нижньої опоки:

$$H_{н.о} = 50 + 10 = 60 \text{ мм.}$$

Так як виливок знаходиться у нижній півформі висоту нижньої опоки приймаємо за прийнятою відстанню від верху моделі до верху опоки – 40 мм (табл. 4.1).

Отже за розрахованими розмірами розмірами опок обираємо дві опоки 0272-0018 ГОСТ 14979-69 і заносимо дані до таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Розміри опок

Розміри опоки	Ширина, мм	Довжина, мм	Висота, мм	
			Нижньої	Верхньої
Розраховані	715	670	60	40
Обрані	800	700	150	150

За допомогою направляючого та центруючого штирів будемо проводити центрування опок відносно один одної, скріплення скобами, транспортування цапфами.

За ГОСТ 14979-69 бачимо що вага верхньої і нижньої опоки – 76 кг.

4.7 Вибір та розрахунок ливникової системи

Залежно від величини, конфігурації і матеріалу виробу, що відливається ливникова система в формі може бути горизонтальною, верхньою, дощовою, сифонною та ярусною.

Використовуємо для заливання горизонтальну ливникову систему, розташовану по розніму форми. Шлаковловлювач знаходиться в верхній напівформі, а в нижній живильники.

Для правильної роботи ливникової системи необхідно визначити відношення в розмірах її елементів – стояка, шлаковловлювача, і живильників. Переріз від стояка до входу у порожнину форми зменшується. Така компоновка забезпечує в процесі заливання металу у форму заповнення всіх каналів системи.

Розрахунок живильника ливникової системи проводимо за формулою Озана – Дітерта:

$$S_{\text{ж}}^{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}}}{0,31 \cdot t_{\text{з}} \cdot \mu \cdot \sqrt[2]{H_{\text{с}}}}, \quad (4.5)$$

де $M_{\text{в}}$ – сумарна маса виливка і ливникової системи, кг;

$t_{\text{з}}$ – час заливання металу, с;

μ – коефіцієнт втрати напору, який показує загальний гідравлічний опір руху потоку металу (для чавуну і способу формоутворення по-сирому $\mu = 0,5$);

$H_{\text{с}}$ – середній металостатичний напір, см.

Сумарну масу виливка розраховуємо за формулою:

$$M_{\text{в}} = (1,15 \dots 1,25) \cdot M_{\text{д}}, \quad (4.6)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг.

$$M_{\text{в}} = 1,16 \cdot 1,4 = 1,624 \text{ кг.}$$

Так як метал підводиться зверху середній металостатичний напір приймаємо рівному висоті стояка від місця підведення металу $H_{\text{с}} = 15$ см.

Тривалість заливання металу для тонкостінних виливків розраховуємо за формулою:

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_3 = S \cdot \sqrt[2]{M_B}, \quad (4.7)$$

де S – коефіцієнт стінки виливка (для нашого виливка $S = 1,85$).

$$t_3 = 1,85 \cdot \sqrt[2]{1,624} = 2,357 \text{ с.}$$

За всіма отриманими даними розраховуємо площу перерізу живильника за формулою 4.5:

$$S_{ж}^B = \frac{1,624}{0,31 \cdot 2,357 \cdot 0,5 \cdot \sqrt[2]{15}} = 1,15 \text{ см.}$$

Далі розраховуємо сумарну площу живильників у формі:

$$\sum S_{ж}^{\phi} = n_B \cdot S_{ж}^B, \quad (4.8)$$

де n_B – кількість виливків у формі.

$$\sum S_{ж}^{\phi} = 4 \cdot 1,15 = 4,6 \text{ см,}$$

Далі обираємо задані площі перерізу для тонкостінних виливків із сірого чавуну:

$$\sum S_{ж}^{\phi} : \sum S_{шл}^{\phi} : \sum S_{ст}^{\phi} = 1,0 : 1,1 : 1,5, \quad (4.9)$$

де $\sum S_{ж}^{\phi}$ – сумарна площа перерізів живильників;

$\sum S_{шл}^{\phi}$ – сумарна площа перерізів шлаковловлювачів;

$\sum S_{ст}^{\phi}$ – сумарна площа перерізу стояка.

Користуючись відношенням формули 4.9, розраховуємо сумарну площу перерізу шлаковловлювача і стояка:

$$\sum S_{\text{шл}}^{\phi} = 4,6 \cdot 1,1 = 5,06 \text{ см},$$

$$\sum S_{\text{ст}}^{\phi} = 4,6 \cdot 1,5 = 6,8 \text{ см}.$$

Живильники будуть виготовлені трапецеподібною формою, лінійні розміри розраховуємо за допомогою відношення:

$$\frac{S_{\text{ж}}^{\text{в}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{a + b}{2} \cdot h_{\text{ж}}, \quad (4.10)$$

де $n_{\text{ж}}$ – кількість живильників на один вилівок, шт;

a – нижня ширина живильника, см;

b – верхня ширина живильника ($b = 0,7 \cdot a$), см;

$h_{\text{ж}}$ – висота живильника (приймаємо як $2/3$ від товщини підводу), см.

Висоту живильника приймаємо з

Виходячи з даних, які у нас є виводимо потрібні значення з відношення 4.10:

$$a = \frac{2 \cdot S_{\text{ж}}^{\text{в}}}{1,7 \cdot n_{\text{ж}} \cdot h_{\text{ж}}} = \frac{2 \cdot 1,15}{1,7 \cdot 2 \cdot 0,66} = 1 \text{ см};$$

$$b = 1 \cdot 1,35 = 1,35 \text{ см}.$$

Ескіз поперченого перерізу живильника наведений на рис. 4.3.

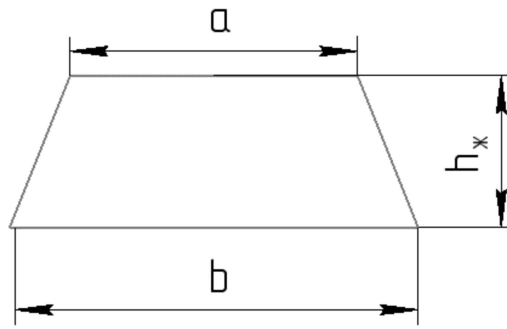


Рисунок 4.3 – Ескіз поперченого перерізу живильника

Переріз шлаковловлювача такий й же як у живильника, розрахунок проводиться за відношенням:

$$\frac{\sum S_{\text{шл}}^{\phi}}{n_{\text{шл}}} = \frac{c + d}{2} \cdot h_{\text{шл}}, \quad (4.11)$$

де $n_{\text{шл}}$ – кількість шлаковловлювачів, шт;

c – нижня ширина шлаковловлювача, см;

d – верхня ширина шлаковловлювача ($d = 0,7 \cdot c$), см;

$h_{\text{шл}}$ – висота шлаковловлювача ($h_{\text{шл}} \approx 1,25 \cdot c$), см.

Виходячи з даних, які у нас є виводимо потрібні значення з відношення 4.11:

$$c = \sqrt[2]{\frac{2 \cdot \sum S_{\text{шл}}^{\phi}}{1,7 \cdot 1,25 \cdot n_{\text{шл}}}} = \sqrt[2]{\frac{2 \cdot 5,06}{1,7 \cdot 1,1 \cdot 2}} = 1,54 \text{ см};$$

$$d = 0,7 \cdot 1,54 = 1,07 \text{ см};$$

$$h_{\text{шл}} = 1,25 \cdot 1,54 = 1,92 \text{ см}.$$

Ескіз поперченого перерізу шлаковловлювача наведений на рис. 4.4.

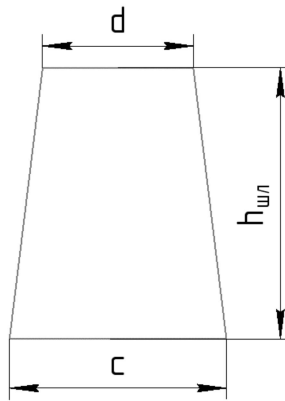


Рисунок 4.4 – Ескіз поперченого перерізу шлаковловлювача

Стояк має круглий переріз і виконується конусним ухилом 3...5°, та розраховується за формулою:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum S_{ст}^{\phi}}{\pi}}, \quad (4.12)$$

Підставляємо значення у формулу 4.13 та отримуємо:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,8}{3,14}} = 2,94 \text{ см.}$$

Ескіз поперченого перерізу стояка наведений на рис. 4.5.

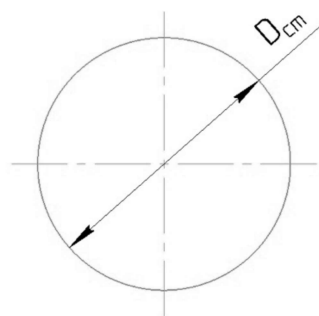


Рисунок 4.5 – Ескіз поперченого перерізу стояка

На кожному виливку встановлюємо 2 випора навпроти живильників, діаметр випора приймаємо як половину стінки виливка – 5 мм.

4.8 Модельний комплект

Інструменти і пристосування, необхідні для отримання у формі відбитка моделі і пристрої каналів для заповнення порожнини форми розплавленим металом, називають модельним комплектом [6].

Склад модельного комплекту наведений в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Склад модельного комплекту

Назва елемента комплекту	Кількість, шт.
Модель виливка	4
Модель живильника	8
Модель шлаковловлювача	2
Модель стояка	1
Модель випора	8
Модельна плита низу	1
Модельна плита верху	1

Так як вилівок простої конфігурації модельну плиту виконуємо нероз'ємною.

Матеріал моделі – алюміній. Він має гладку поверхню, хорошу стійкість до корозії та добре зберігає чеканку поверхні.

Матеріал плити – сталь.

Кріплення моделі на модельній плиті виконано 24 болтами М4, центрування проводимо використовуючи 12 штифтів.

4.9 Формувальна та стрижнева суміш

Формувальні суміші, що застосовуються у виробництві художніх і архітектурних виливків, поділяють за кількома ознаками [6]:

- 1) по виду використання - облицювальні, наповнювані, єдині;
- 2) в залежності від застосовуваних при приготуванні суміші пісків – природні, природні і штучні або синтетичні;

3) за родом застосовуваного для відливання металу - для чавунного литва і для кольорового литва;

4) за станом форми перед заливанням - для форм, що заливаються в сирому вигляді, і для форм, що заливаються після сушки;

5) спеціальні формувальні суміші.

Виливок «Блюдце» – тонкостінний і потребує від суміші підвищеної частоти поверхні. Суміш повинна мати хорошу газопроникність і вогнетривкість. Так як формування вилівка відбувається на автоматичній лінії струшуванням з пресуванням, обираємо піщано-бентонітову суміш. Склад формувальної та стрижневої сумішей наведено в таблиці 4.4 і 4.5.

Таблиця 4.4 – Формувальна суміш

Стан форми перед заливанням	Склад суміші, %					Межа міцності при стисненні, кгс/см ²	Вміст активного бентоніту	Вологість, %
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок	Бентоніт	Мологе вугілля	Лігносульфонат (ЛСТ)			
Сира	40...75	20...50	4...8	1...2	1,0...1,5	0,04...0,06	4,0...5,5	4...5

Таблиця 4.5 – Стрижнева суміш зі смолою

Компоненти	Масова частка складу сумішей	
Кварцевий пісок	100	
КФ-90	1,4...2,3	
Затверджувач КЧ-41	0,25...0,5	
Властивості	Значення	
Температура твердіння, °С	220...240	
Міцність при розриві, МПа	у гарячому стані	0,39
	у холодному стані	2,19

Сушка пофарбованих стрижнів відбувається з випаруванням вологи при 250...280 °С впродовж 15...30 с.

4.11 Приготування сумішей і фарб

Якість художнього вилівка багато в чому залежить від якості формувальної суміші. Процес складається з таких етапів:

- 1) Складання суміші (відбір формувальних матеріалів).
- 2) Змішування матеріалів в сухому виді.
- 3) Зволоження.
- 4) Змішування після зволоження.
- 5) Вилежування суміші.
- 6) Розпущення.

Змішування формувальної і стрижневої суміші відбувається в коткових змішувачах періодичної дії з вертикально обертальними котками моделі 114.

Суміш в сухому виді перемішують 2...3 хв, потім додають необхідну кількість води і змушують 10...15 хв для отримання рівномірної по вологості суміші.

Для більш рівномірного розподілу вологи по масі, суміш повинна вилежатись 1,5...2 год.

Після вилежування суміш розпушують просіювання через сита з фракцією 5...8 мм.

При приготуванні протипригарних фарб спочатку готують рідку композицію із зв'язувального розчину, суспензуючих та інших речовин, які утворюють істинної або колоїдний розчин. Потім вводять наповнювач і, ретельно перемішуючи решту розчинника до необхідної густини фарби. [7]

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.12 Технологія виготовлення ливарної форми

Ливарна форма буде формуватися і складатися на автоматизованій ливарній лінії моделі КЛ-91265. Вона призначена для ливарних цехів з серійним виробництвом. В склад лінії входять два автоматичних формувальних блоків. Опоки, які поступають по роликовому конвеєрі механізмом подаються на конвеєр одного із формувальних блоків. Далі опоки поступають на підйомний стіл, який по черзі (спочатку верхню опоку, потім нижню) подає в формувальний автомат. Опоки встановлюють на модельну плиту, далі послідовно засипається облицювальна і наповнююча суміші, напівформа ущільнюється струшуванням з пресуванням. Напівформи верху і низу переміщаються конвеєром, на якому проводиться оздоблення напівформ. Далі вони поступають в механізм складання. Готові форми механізмом встановлюються на візки конвеєра. Перед заливанням на форму спеціальним підвісним конвеєром встановлюється навантаження. Після заливання і охолодження форми зіштовхуються з ливарного конвеєра на вибивну установку, з якої вибиті опоки зборі подаються на роликовий конвеєр. Роликовий конвеєр переміщає опоки до формувальних блоків і одночасно являється транспортним буфером опок. Невикористані опоки переміщаються до установки повернення, яка передає їх на вільні візки конвеєра.

4.13 Технологія виготовлення стрижнів

Ливарний стрижень, що використовується для виконання отвору при заливанні металу у форму відноситься до 4-го класу – стрижні простої конфігурації, які утворюють внутрішні та зовнішні порожнини, що піддаються обробці.

Виготовлення стрижня відбувається на піскодувній стрижневій машині 232A21A1.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Підготовлений стрижневий ящик установлюється в стрижневу піскодувну машину, потім ящик розігрівається до температури 220 °С. Коли ящик досяг заданої температури, а піскодувний резервуар заповнено, працівник переводить машину в автономний режим. Потім відбувається зміщення піскодувного резервуару на позицію вдугу з позиції завантаження. Коли резервуар приєднано до стрижневого ящика, здійснюється вдуг стрижневою суміші. Після чого резервуар повертається у вихідне положення та стає на позицію завантаження. Коли стрижнева суміш затвердіє, стрижневий ящик розкриється, а рухома частина розгорнеться по роз'єму вниз під кутом 90°. Далі стрічковий конвеєр підніме підйомний стіл, до якого надходить стрижень. Стрижень переходить на приймальний лоток. Стрижневий ящик повертається у положення збірки (нахил під кутом 90°). Машина залишає зазор який піддається обдуванню. Після завершення цього процесу, робочий збирає ящик для виготовлення наступного стрижня.

4.14 Процес заливання та термічної обробки виливка

Заливання проводиться із носикового ковша з кислотою футерівкою.

Для отримання якісної виливки розплав при заливанні у форму повинен відповідати встановленим вимогам [8]:

- відповідати за хімічним складом, заданому для даної виливки;
- мати задану температуру перед випуском з печі (для дрібних виливків із чавуну СЧ-20 – 1400 °С);
- мати задану температуру при заливанні у форму – 1300...1350 °С;
- мати необхідну рідкотекучість, контроль якої відбувається по технологічним пробам;
- не містити шлак на дзеркалі металу (на носіку ковшів встановлюються перегородки для утримання шлаку);

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- гарантувати відсутність відбілювання при заливанні (контролюється по злому)

Заливання одної форми триватиме 3...5 с. Висота ковша до ливарної воронки або чаші – 150...300 мм.

Виливки із чавуну СЧ-20 піддаються середньотемпературному графітизаційному відпалу. Він виконується при температурі 680...750 °С. Залежно від потрібної структури тривалість витримки становить 1–4 год. Для складних виробів рекомендуються повільне нагрівання (до 550 °С) й охолодження (до 250 °С).

4.15 Технологія вибивання форм та фінішні операції

Вибивка форм одна із самих шкідливих для робітників цеху процесів так як при вибиванні виділяється багато пилу та газів. Тому процес потрібно максимально автоматизувати та встановити у відділенні витяжки.

Щоб при вибиванні виливок не пошкодився він піддається певному режиму охолодження. Тривалість охолодження тонкостінних виливків із чавуну – 20...40 хв [8].

Для вибивання форми і стрижнів із виливка використовуємо інерційну вибивну решітку моделі 427У.

Очистка виливків відбувається на дробометальних барабанах періодичної дії моделі 323М.

Для видалення заливів, швів, нерівностей на внутрішніх і зовнішніх поверхнях для зварювання використовують пневматичні рубальні молотки моделі МР-4.

Зачистку залишків живильників, надливів і усунення дрібних нерівностей використовуємо установки з абразивними корундовими кругами. Гострі кромки, дрібні нерівності, задирки видаляють на заточних шліфувальних станках.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

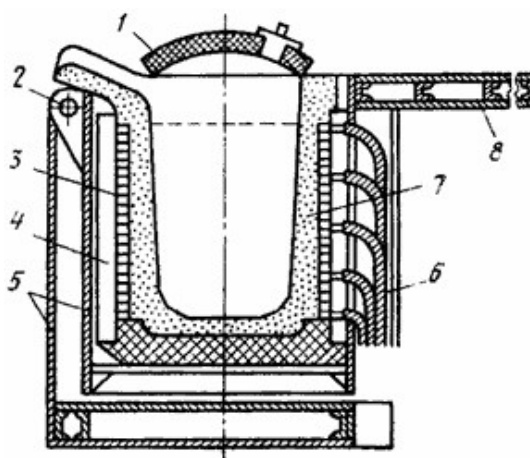
5 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ

5.1 Загальний опис печі

Індукційна тигельна піч марки ІЧТ-1 працює по принципу індукційного нагріву металу. Метал знаходиться в тиглі виконуючи роль навантаження та вторинної обмотки. В ролі першої обмотки виступає охолоджуючий індуктор, холоста секція якого охолоджує стінки тигля. Тигель виготовляють із футерувальної маси. Подина виконується з фасонних шамотних цеглин. Конструктивно верхня частина рами, в якій знаходиться сам плавильний вузол, повертається двома плунжерами, а нижня залишається нерухомою.

5.2 Схема печі

Схема печі ІЧТ-1 наведено на рисунку 5.1.



1 – кришка, 2 – вузол повороту, 3 – індуктор, 4 – магнітопроводи,
5 – металоконструкція, 6 – підводи водяного охолодження, 7 – тигель,
8 – майданчик

Рисунок 5.1 — Схема індукційної тигельної печі типу ІЧТ

ФЛ611.61201.1110.0000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Варибрус О.В.		
Перев..		Ямшинський М.М.		
Н. Контр.				
Затв.				
ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ				
		Літ.	Аркуш.	Аркушів
			48	
Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2				

Основними елементами печі є закритий кришкою 1 тигель 7, який розташований всередині індуктора 3, виконаного у виді циліндричної спіралі – трубки, всередині якої циркулює вода для охолодження. Магнітний потік із зовнішнього боку індуктора проходить по радіально розташованому магнітопроводі 4. Для нахилу печі при видачі розплаву в ній передбачений спеціальний механізм. Піч також включає трансформатор, блоки конденсаторів, щит управління і систему відсмоктування газів. Плавка шихти здійснюється електромагнітним змінним полем, яке індукує в шихті вихрові струми. При цьому електрична енергія перетворюється на теплоту, кількість якої залежить від електроопору шихти.

5.3 Розрахунок геометричних розмірів тигля і індуктора

Для початку розрахуємо об'єм тигля:

$$V_T = G_T / \gamma, \quad (5.1)$$

де G_T – місткість тиглю, кг;

γ – щільність чавуну, кг/м³.

$$V_T = \frac{1000}{7100} = 0,14 \text{ м}^3.$$

Внутрішній діаметр тигля:

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot A \cdot V_T}{\pi}}, \quad (5.2)$$

де $A = d_0/h$, зазвичай для більшості печей приймається $A = 0,8$.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,8 \cdot 0,14}{3,14}} = 0,52 \text{ м.}$$

Висоту тигля знаходять за формулою:

$$h_T = \frac{d_0}{A}, \quad (5.3)$$

Підставивши значення у формулу 5.2, отримаємо:

$$h_T = \frac{0,52}{0,8} = 0,65 \text{ м.}$$

Внутрішній діаметр індуктора розраховують як суму внутрішнього діаметра тигля d_0 , подвоєної товщини його стінок Δ_T та стінки азбестового циліндра або обмазки тигля $\Delta_{обм}$, які ізолюють індуктор від тигля. Товщину обмазки приймаємо $\Delta_{обм} = 0,006 \text{ м}$ [9].

Товщину стінки тигля визначаємо за емпіричним виразом:

$$\Delta_T = 6 + G_T, \quad (5.4)$$

Підставляємо значення у формулу 5.4 і отримуємо:

$$\Delta_T = 6 + 1 = 7 \text{ см} = 0,07 \text{ м}$$

Виходячи з цього розраховуємо внутрішній діаметр індуктора:

$$D_{інд} = d_0 + 2 \cdot (\Delta_T + \Delta_{обм}), \quad (5.5)$$

Підставляємо дані у формулу 5.5:

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Підставляємо дані у формулу 5.5:

$$D_{\text{інд}} = 0,52 + 2 \cdot (0,07 + 0,006) = 0,672 \text{ м.}$$

З ціллю забезпечення достатнього нагріву садки у кінців індуктора при симетричному розташуванні відносно тигля його висоту знаходять за емпіричним виразом:

$$h_{\text{інд}} = (1,1 \dots 1,3) \cdot h_{\text{т}}, \quad (5.6)$$

За формулою 5.6 визначаємо висоту індуктора:

$$h_{\text{інд}} = 1,2 \cdot 0,65 = 0,78 \text{ м}$$

5.4 Виготовлення футерівки печі

Футерівка печі ІЧТ – кисла, вона повинна витримувати багаторазові зміни температури, удари при завантаженні печі та феростатичний тиск металу. Для зменшення реактивності печі товщина футеровки повинна бути мінімальною.

Матеріали виготовлення набивної маси:

- кварцит марки ПКМІ-1 (ТУ 1511-022-00190495-2003);
- борна кислота в кількості 1,5...2,0% (ГОСТ 9656-75).

Перед набиванням піч потрібно провести підготовчі операції, які здійснюють значний вплив на стійкість тигля і складаються з таких операцій:

- 1) випробування індуктора під тиском, його опресовування;
- 2) випробування індуктора на холостому ході;
- 3) обмазка індуктора;

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Внутрішню поверхню індуктора покривають обмазкою для підвищення жорсткості індуктора. Склад обмазки:

- кварцит з розміром зерен 0,1 мм, який відсіяли з кварцита для набивки тигля в пропорції 75...80 %;
- високоглиноземний цемент ВГЦ – 20...25 %;
- вода для отримання густої суміші – 10...15%.

Основу подини виконують із фасонних шамотних цеглин.

Ущільнення проводять футерувальною масою шарами по 70...300 мм. Після ущільнення подини на неї встановлюють металевий шаблон і в зазор між шаблоном і обмазкою індуктора засипають вогнетривку масу. Потім перший шар ущільнюють трамбівкою, після розрихлюють його та засипають і ущільнюють нову порцію вогнетривкої маси.

Верхня частина тигля виконується з фасонних цеглин і вогнетривкої маси.

Сушку і спікання тигля проводять індукційним нагрівом. Для видалення вологи спочатку проводять сушку тигля при температурі 250...280 °С впродовж 2..4 год короткочасним вмиканням незавантаженої печі без подачі води в індуктор.

Спікання футерівки виконують шляхом розігріву шаблону вихровим струмом. Шаблон заповнюють крупною шихтою (ливники, обрізки). Далі на мінімальній потужності вмиканням і вимиканням печі забезпечують підвищення температури зі швидкістю 150...200 °С/год до 570 °С, після зі швидкістю 100 °С/год до 900-920 °С. Заміри температури проводять за допомогою двох термопар, які встановлені навпроти одне одного і на висоті половини висоти тигля.

При спіканні температуру охолоджувальної води потрібно тримати на 20...30 °С вище температури приміщення для запобігання конденсації води на котушці.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

6.1 Визначення затрат електроенергії плавильного відділення

Витрати електроенергії за рік для роботи устаткування плавильного відділення:

$$W_{\Pi} = N_o \cdot P_{\Pi} \cdot \Phi_E \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_{\Pi}, \quad (6.1)$$

де N_o – кількість обладнання, шт.;

P_{Π} – потужність печі, кВт;

Φ_E – ефективний фонд часу роботи печі, год;

K_z – коефіцієнт завантаження;

K_p – коефіцієнт одночасної роботи машини;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності.

Витрати електроенергії для роботи індукційних печей марки ІЧТ-1 визначаємо за формулою 5.1:

$$W_{\Pi 1} = 3 \cdot 357 \cdot 3720 \cdot 0,68 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 1\,517\,153 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії для роботи індукційних печей марки ІЛТ-0,4 визначаємо за формулою 5.1:

$$W_{\Pi 2} = 1 \cdot 320 \cdot 3720 \cdot 0,68 \cdot 0,65 \cdot 0,7 = 368\,310 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії для роботи кранів також визначаємо за формулою 5.1:

					ФЛ611.61201.1110.0000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Варибрус О.В.				Літ.	Аркуш.
Перев..		Ямшинський М.М.					53
					ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		
Н. Контр.							
Затв.							

$$W_k = 2 \cdot 20 \cdot 3720 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,7 = 24\,998 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії на освітлення визначаємо за формулою:

$$W_c = \frac{S \cdot q \cdot t \cdot k}{1000}, \quad (6.2)$$

де S – площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

q – густина теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$ (приймаємо $11 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

t – час роботи освітлення за рік, год;

k – коефіцієнт одночасного горіння (приймаємо $0,8$).

$$W_c = \frac{1872 \cdot 11 \cdot 2500 \cdot 0,8}{1000} = 41\,184 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 6.1 і 6.2.

Таблиця 6.1 – Витрати електроенергії на роботу технологічного обладнання

Назва споживача струму	Кількість споживачів	Потужність споживача, кВт	Річний фонд часу, год	Коефіцієнт завантаження	Коефіцієнт одночасної роботи машини	Коефіцієнт використання потужності	Річні витрати електроенергії, кВт·год
ІЧТ-1	3	357	3720	0,68	0,8	0,7	1 517 153
ІЛТ-0,4	1	320	3720	0,73	0,8	0,7	368 310
Мостовий кран	2	20	3720	0,8	0,3	0,7	24 998
Усього витрат, кВт·год							1 910 461

Таблиця 6.2 – Витрати електроенергії на освітлення

Найменування споживача	Площа приміщення, що освітлюється, м ²	Густина теплового потоку, Вт/м ²	Час роботи освітлення за рік, год	Коефіцієнт одночасного горіння	Річні витрати електроенергії, кВт·год
Приміщення плавильного відділення	1872	11	2500	0,8	41 184

Загальні річні витрати на електроенергію – 1 951 645 кВт·год, вартість розраховуємо за формулою:

$$B = W \cdot T, \quad (6.3)$$

де W – загальні річні витрати на електроенергію, кВт·год;

T – поточний тариф з ПДВ, грн./кВт·год

$$B = 1\,951\,645 \cdot 3,17 = 6\,186\,715 \text{ грн.}$$

Отже, річна вартість на електроенергію – 6 186 715 грн.

6.2 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Визначення чисельності робітників у плавильному відділенні проводимо виходячи з кількості і завантаженості агрегатів цеху, ділянок допоміжних процесів та самого виробничого процесу і його особливостей.

Спочатку визначаємо баланс робочих годин працівника на 2021 рік, враховуючи вихідні та святкові дні в цьому та інші фактори, які наведені і визначені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.4 – Чисельність основних і допоміжних робітників цеху плавильного відділення [10]

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах		Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а			
Основні робітники						
Плавильник	5	3	3	6	1,13	7
Заливальник	4	4	4	8	1,13	9
Разом		7	7	14		16
Допоміжні працівники						
Крановик	3	2	2	4	1,13	5
Черговий електрик	4	1	1	2	1,13	3
Вантажник	2	4	4	8	1,13	9
Слюсар по ремонту ковшів	4	2	-	2	1,13	2
Слюсар по ремонту плавильного устаткування	5	1	1	2	1,13	3
Разом		9	9	18		22
Усього робітників		17	15	32		38

6.3 Розрахунок фонду заробітної плати робітників

Розміри заробітної плати кожного робітника розраховується з розряду та відповідної тарифної ставки за законом України.

30 грудня 2020 року було офіційно опубліковано Закон від 15.12.2020 р. № 1082-IX «Про Державний бюджет України на 2021 рік», який набув чинності 1 січня 2021 року. В ньому сказано, що в Держбюджет 2021 закладається розмір мінімальної заробітної плати – 6000 грн. та 36,11 грн за годину.

Отже, встановлюємо на підприємстві тарифну ставку для першого розряду – 36,11 грн.

Розмір посадових тарифної ставки за розрядами наведено в таблиці 6.5.

						ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			57

Таблиця 6.5 – Розмір тарифної ставки працівників 1-8 тарифних розрядів, які будуть діяти у 2021 році

Розряди	Коефіцієнт підвищення окладу	Тарифна ставка з 1 січня 2021 р. згідно з розряду, грн
1	1	36,11
2	1,09	39,36
3	1,18	42,61
4	1,27	45,86
5	1,36	49,11

Виходячи з отриманих даних визначаємо фонди заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу (табл. 6.6) та фонди основних і допоміжних робочих (табл. 6.7) [10].

Таблиця 6.6 – Фонди заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
1	2	3	4
Керівники			
Начальник дільниці	1	12 000	144 000
Майстер	1	11 500	138 000
Разом			282 000
Спеціалісти			
Диспетчер	2	10 200	244 800
Провідний інженер	1	11 400	136 800
Інженер II-ї категорії	1	10 000	120 000
Разом			501 600
Службовці та молодший обслуговуючий персонал (МОП)			
Обліковець	1	8000	96 000
Прибиральниця	1	6000	72 000
Разом			168 000
Усього по цеху (дільниці)			951 600

Таблиця 6.7 – Фонди заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плага, тис. грн. (3×6)	Розрахунок додаткової заробітної плати, тис. грн					Загальний фонд заробітної плати, тис. грн. (7+12)
				Одного робітника	Усіх		Надбавки та доплати				Разом (8+9+10+11)	
							Премії (40% від основної заробітної плати)	За роботу в особливих умовах (18%)	Оплата відпусток (12%)	Інші доплати та надбавки (12%)		
Основні (технологічні) робітники												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Плавильник	5	49,11	7	1664,4	11650,8	572,2	228,9	103	68,7	68,7	469,2	1041,4
Заливальник	4	45,86	9	1664,4	14979,6	687	274,8	123,7	82,4	82,4	563,3	1250,3
Разом						1259,1					1032,5	2291,6
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Крановик	3	42,61	5	1664,4	8322	354,6	141,8	63,8	42,6	42,6	290,8	645,4
Черговий електрик	4	45,86	3	1664,4	4993,2	229	91,6	41,2	27,5	27,5	187,8	416,8
Вантажник	2	39,36	9	1664,4	14979,6	589,6	235,8	106,1	70,8	70,8	483,5	1073,1
Слюсар по ремонту ковшів	4	45,86	2	1664,4	3328,8	152,7	61,1	27,5	18,3	18,3	125,2	277,8
Слюсар по ремонту плавильного устаткування	5	49,11	3	1664,4	4993,2	245,2	98,1	44,1	29,4	29,4	201,1	446,3
Разом						1571,1					1288,3	2859,3
Усього по цеху (виробничій дільниці)						2830,2					2320,8	5151

6.4 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці характеризує ефективній роботу у відділенні. Розраховується як відношення виготовленого рідкого металу в цеху до кількості працівників плавильного відділення [10]:

$$\Pi = \frac{G}{\sum \text{Ч}} \quad (6.5)$$

де G – кількість виробів на рік, шт.;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників, управлінського та обслуговуючого персоналу).

$$\Pi = \frac{108\,070}{46} = 2350 \frac{\text{шт}}{\text{рік}}$$

6.5 Розрахунок капітальних вкладень

Для розрахунку загальних капітальних вкладів на устаткування відділення складаємо таблицю 6.8, де наводимо вартість кожного одиниці устаткування та витрати на його транспортування і монтаж (приймаємо 15 % від ціни обладнання).

Таблиця 6.8 – Капітальні вкладення в обладнання відділення

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн	Усього, тис. грн
1	2	3	4	5	6
Основне технологічне устаткування					
Піч ІЧТ-1/0,4	3	1800	5400	810	6210
Піч ІЛТ-0,4/1	1	700	700	105	805
Разом основне технологічне устаткування					7015
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
Мостовий кран	2	350	700	105	805
Котковий змішувач 1А11	1	140	140	21	161
Механізований візок	2	45	90	13,5	103,5
Бункер	2	25	50	7,5	57,5
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					1127
Загалом по цеху (виробничій дільниці)					8142

Отже капітальне вкладення в устаткування цеху – 8 142 000 грн.

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі розраховуємо капітальні вкладення у будівлю цеху, всі дані заносимо в таблицю 6.9

Таблиця 6.9 – Капітальні вкладення в будівлю відділення

Елементи будівельно-монтажних робіт	Вартість, грн/м ³	Розмір вкладень, грн
1	2	3
Одноповерхове виробниче приміщення (78x24)	2500	4 680 000
Водопостачання виробничих приміщень	36	67 392
Електропроводка виробничих приміщень	54	101 088
Вентиляція виробничих приміщень	75	140 400
Зовнішній благоустрій	65	121 680
Невраховані витрати	550	1 029 600
Разом		6 140 160

Для безперервної роботи плавильного відділення його потрібно забезпечити достатнім запасом шихти в період між двома черговими поставками.

Щоб визначити середній поточний запас шихти потрібно розрахувати ціну середньодобового споживання сировини. Відомість витрат шихтових матеріалів на рік та їх ціна наведено в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Найменування матеріалів шихти	Ціна за 1 т, грн.	Річна потреба шихти рік, т	Річне споживання шихти, грн.	Денне споживання шихти, грн
Чавунний брухт	5600	1507	8 439 200	23 442
Сталевий брухт	6200	941,87	5 839 594	16 221
Мідь	170 000	482,87	67 601 800	187 783
Олово	520 000	42,36	22 027 200	61 187
Свинець	64 000	42,36	2 711 040	7 531
Феромарганець	1000	21,98	21 980	61
Всього		3038,44	106 640 814	296 224

Виходячи з наведених даних розраховуємо середній поточний запас [10]:

$$Z_m = M_d \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2}, \quad (6.6)$$

6.6 Визначення планової собівартості продукції

За всіма отриманими даними в попередніх пунктах визначаємо планову калькуляцію собівартості річного обсягу виробництва продукції (табл. 6.12).

Таблиця 6.12 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Витрати на річну програму, грн	Примітки
1. Шихтові матеріали	106 640 814	з таблиці 6.9
2. Паливо та енергія на технологічні цілі (енергоносії)	6 186 715	сума з таблиць 6.1 і 6.2
3. Основна заробітна плата технологічних робітників	1 259 100	з таблиці 6.6
4. Додаткова заробітна плата технологічний робітників	1 032 500	
5. Єдиний соціальний внесок	504 152	22 % з суми 3 і 4 статті
6. Утримання та експлуатація устаткування	1 447 965	115 % з 3 статті
7. Загальновиробничі витрати	1 322 055	105 % з 3 статті
8. Загальногосподарські витрати	881 370	70 % з 3 статті
9. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	377 730	30 % з 3 статті
Виробнича собівартість річної програми	119 652 401	Сума від 1 до 9 статті
10. Позавиробничі витрати	7 179 144	6 % з суми 1...9 статей
Повна собівартість річної програми	126 831 545	Сума всіх статей

Повна собівартість одиниці продукції розраховується за формулою [10]:

$$C_{\text{п}} = \frac{C_{\text{п}}^{\text{рiч}}}{G}, \quad (6.8)$$

де G – річна програма випуску продукції.

$$C_{\text{п}} = \frac{126\,831\,545}{108\,070} = 1\,174 \text{ грн. за 1 виріб.}$$

6.7 Розрахунок економічної ефективності проектного рішення

Першим показником економічної ефективності є трудомісткість продукції, яка показує відношення витраченої праці на виготовлення річної кількості виробів. Розраховується у нормо-годинах за формулою:

$$t = \frac{Ч_{\text{ос}} \cdot \Phi_{\text{еф}}^{\text{пл}}}{G}, \quad (6.9)$$

де $Ч_{\text{ос}}$ – загальна чисельність основних (технологічних) робітників, осіб;

$\Phi_{\text{еф}}^{\text{пл}}$ – плановий ефективний фонд робочого часу одного працівника за рік, год.

$$t = \frac{16 \cdot 1664,4}{108\,070} = 0,25 \frac{\text{нормо-год}}{\text{шт}}$$

Фондомісткість продукції розраховується за формулою:

$$K_G = \frac{K_{\text{заг}}}{G}, \quad (6.10)$$

Де $K_{\text{заг}}$ – загальні капітальні вкладення, грн.

$$K_G = \frac{20\,502\,864}{108\,070} = 189,7 \frac{\text{грн}}{\text{шт}}$$

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Один із найрозповсюджених показників є показник періоду окупності капітальних вкладень:

$$П_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < П_{ок}^н \quad (6.11)$$

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, грн;

$П_{ок}^н$ – нормативний період окупності відділення (приймається у межах 5...7), років.

Річну суму грошового потоку плавильного відділення розраховуємо за формулою:

$$ГП_p = k \cdot (Ц - C_{п}) \cdot G + \sum A, \quad (6.12)$$

де k – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку ($k = 0,82$);

$Ц$ – ринкова середня ціна рідкого металу для виготовлення продукції, грн;

$C_{п}$ – повна собівартість виготовлення рідкого металу на одиницю продукції, грн;

$\sum A$ – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

Таблиця 6.13 – Групи основних засобів та мінімальні терміни їхньої експлуатації

Групи	Мінімально допустимі строки корисного використання, років	Річна норма амортизації, %
група 1 – земельні ділянки	Амортизація не нараховується	
група 3 – будівлі	20	5
група 4 – машини та обладнання	5	20

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Об'єкт, що проектується – плавильне відділення цеху художнього литва, в якому відбувається розплавлення металу перед подальшим заливанням у форму індукційним нагріванням та ремонт футеровки печі.

В даному розділі ми повинні навести характеристику, оцінку ключових шкідливих та небезпечних для здоров'я працівників відділення факторів.

Плавильні відділення характеризуються високою температурою повітря, інтенсивним виділенням теплоти та можливими розбризуваннями і викидами металу при контакті з водою, сирими або покритими корозією предметами.

7.1 Загальна характеристика та умови експлуатації у плавильному відділенні.

У таблиці 7.1 наводимо основні параметри приміщення відділення, що проектується.

Таблиця 7.1 – Параметри приміщення

№	Найменування	Основні характеристики	Кількість
Приміщення			
1	Розмір приміщення	78м×24м×10м; S=1872 м ² ; V=18720 м ³	1
2	Кількість працівників	Працівники відділення	46
3	Штучне освітлення	Промисловий лінійний світильник LED IP65 1200 мм з двома лампами Pro T8 6400K	15
4.	Природне освітлення	Вікно ПВХ Рехау 60	12

Обладнання і оснащення приміщення наведені в таблиці 7.2.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Літ.	Аркуш.	Аркушів
Разроб.		Варибрус О.В.					67	
Перев..		Ямшинський М.М.						
Н. Контр.								
Затв.								
						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

Таблиця 7.2 – Обладнання і оснащення приміщення

№ п.п.	Найменування	Розміри Д/Ш/В, м	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
1	Мостовий кран	5/18/8,15	- вантажопідйомність 10 т	2	1
2	Індукційна тигельна піч ІСТ-1/0,4	1740/ 2000/ 2440	- місткість тиглю 1 т - потужність 400 кВт - номінальна напруга індуктора 495 В - частота струму генератора 50 Гц - робоча температура металу 1400 °С	3	2
3	Індукційна тигельна піч ІЛТ-0,4/1	1740/ 2000/ 2440	- місткість тиглю 0,4 т - потужність 400 кВт - номінальна напруга 510 В - частота струму генератора 50 Гц - робоча температура металу 1350 °С	1	3
4	Котковий змішувач 1А11	1700/ 1700/ 2200	- продуктивність 7-8 т/год - потужність електродвигуну 10-14 кВт	1	4

Загальний план плавильного відділення зображено на рис 7.1

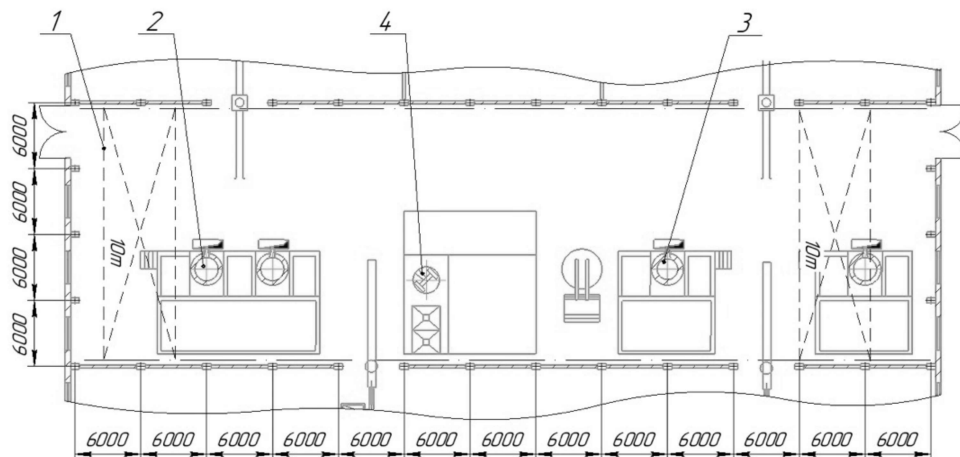


Рисунок 7.1 – План плавильного відділення цеху художнього литва

					ФЛ611.61201.1110.0000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						54

Тепер потрібно перевірити щоб реальні значення параметрів приміщення не були меншими за нормативні (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Порівняння реальних та нормативних характеристик

Параметри	Реальне значення	Нормативне значення
Корисна площа на 1 працівника, (м ²)	40,6	4,5
Корисний об'єм на 1 працівника, (м ³)	406	15
Ширина проходів; проїздів, (м)	5	1,5
Відстань між плавильними печами (м)	8	2,5

7.2 Оцінка потенційних небезпек і шкідливих виробничих факторів

Визначаємо основні небезпечні та шкідливі чинники, які погрожують здоров'ю працівників плавильного відділення (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Основні небезпечні та шкідливі фактори

Види процесів	Шкідливі виробничі фактори			Небезпечні виробничі фактори			
	Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні		Електромагнітні поля	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і вироби, що рухаються
		Видиме	Інфрачервоне				
Індукційне плавлення	хх	х	хх	х	хх	х	х
Приготування суміші	хх	-	-	-	-	-	х

7.3 Теплові та випромінювальні небезпеки

Основні теплові та випромінювальні небезпеки устаткування наводимо в таблиці 7.5. Фактори небезпеки та їх реальні та нормативні значення наводимо в таблиці 7.6.

Таблиця 7.5 – Основні теплові та випромінювальні небезпеки

Найменування обладнання (оснащення)	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Індукційні тигельні печі ІЧТ та ІСТ	бронза, чавун, тигель, індуктор	розплавлений метал, нагрітий тигель та індуктор	гіпертермія, опіки, катаракта

Таблиця 7.6 – Реальні та нормативні фактори теплової та випромінювальної небезпеки

№ п.п.	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Поверхні обладнання та метал, що нагріваються	800...1500 °С	60 °С [11]
2	Інфрачервоне випромінювання	113 Вт/м ²	35 Вт/м ² [11]

Бачимо, що реальні значення температури устаткування, матеріалів та випромінювання значно вище за нормативні. Отже, в таблиці 7.7 наводимо заходи забезпечення безпечної роботи працівників з устаткуванням.

Таблиця 7.7 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах теплової та випромінювальної небезпеки

№ п.п.	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	екранування джерел інфрачервоного випромінювання азбестовими щитами, а саме індуктори та трансформаторні використання системи водяного для охолодження індуктора	забезпечує захист працівників від поглинання променистої енергії, гіпертермії та опіків

Таблиця 7.12 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах механічної небезпеки

№ п.п.	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	встановлення помітних попереджувальних знаків (попереджування роботи крана, обмежені зони для вантажу та робітників) у всіх транспортних коридорах і на робочих ділянках	попередження працівників про можливу небезпеку при транспортуванні і завантаженні
		попереджувальний сигнал при загрузці та транспортуванні матеріалів	
		розміщення устаткування так, щоб забезпечити безпечне вертикальне підняття вантажу	
		забезпечення безпечного проходу для працівників	
		укриття для робітників при розгрузці крану в спеціальних зонах з накриттям	
		встановлення додаткового освітлення на мосту крану	
2	Організаційні заходи	організація та ознайомлення робітників з матеріалами, що транспортуються	усвідомленість працівників щодо матеріалів, що транспортуються
3	Режимні	недопущення сторонніх осіб у відділення	уникнення загрози стороннім особам, моніторинг здоров'я персоналу
4.	Експлуатаційні	проведення профілактичних оглядів, ремонтів транспортуючого устаткування	забезпечення правильної роботи устаткування
5	ЗІЗ	захисна каска	захист голови від травм

7.6 Небезпека ураженням електричним струмом

Для працівників може виникнути небезпека ураження електричним струмом в зв'язку з використанням індукційних печей. Основні джерела небезпек ураженням електричним струмом та нормативні значення наведено в таблицях 7.13 та 7.14.

Таблиця 7.13 – Джерела небезпек уражень електричним струмом

Найменування обладнання (оснащення)	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Індукційні тигельні печі ІЧТ та ІСТ	конструкція корпусу, силові дроти, трансформатор	дотик до оголених дротів, металевих частин трансформатора та корпусів, що знаходяться під високою напругою	ураження робітників струмом

Таблиця 7.14 – Реальні та нормативні фактори хімічної небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76

№ п.п.	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Максимальна напруга	500 В	45 В
2	Максимальна сила току	<1 А	0,025 А

Заходи забезпечення умов охорони праці наведені в таблиці 7.15.

Таблиця 7.15 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах небезпеки ураження електричним струмом

№ п.п.	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	ізоляція проводів багат шаровим діелектричним покриттям захисне заземлення глухозаземленою нейтраллю огороження трансформаторних	відгородження струмопровідних вузлів від робітників

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи, ми працювали над розробкою плавильного відділення цеху художнього литва та розробили усі технологічні етапи виготовлення виливка «Блюдце».

Підсумовуючи виконану роботу, ми виконали наступні етапи:

1) Провели аналіз виробничої програми цеху та визначили, що цех повинен виготовляти 108070 придатних виливків на рік, за характером виробництва – серійний, побудували ескіз його компоновки.

2) Визначили режим роботи і фонди часу роботи згідно Кодексів закону про працю України та ефективний фонд часу роботи робітників та устаткування.

3) Розрахували баланс металу, кількість плавильних агрегатів, парк ковшів. Також визначили тип футерівки індукційних печей відповідно до сплаву, основні параметри будівлі, та склали відомість витрат шихтових матеріалів.

4) Розробили технологічний процес виготовлення виливка «Блюдце», визначили спосіб виготовлення, площину розніму та положення у формі, кількість у формі, тип і розміри ливникової системи, методи попередження пригару, тип формувальної суміші та устаткування, на якому будуть виконані етапи складання та формування виробу.

5) Спроекували індукційну тигельну піч марки ІЧТ-1, розрахували геометричні розміри тигля та індуктора і визначили спосіб виготовлення футеровки печі.

6) Визначили та навели всі типові техніко-економічні показники.

7) Провели оцінку шкідливих факторів у відділенні та методи боротьби з ними.

					ФЛ611.61201.1110.0000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Варибрус О.В.					
Перев..		Ямшинський М.М.					
Н. Контр.							
Затв.							
<i>ВИСНОВКИ</i>					Літ.	Аркуш.	Аркушів
						77	
					Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектирование литейных цехов и заводов / Под ред. В. М. Шестопада –Т.2. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.
2. Фанталов Л.И. Основы проектирования литейных цехов и заводов. / Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. // М.: Машиностроение. – 1979. – 376 с.
3. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. – Минск: Вышэйш. шк., 1975. –319 с.
4. Левшин Г. Е. Проектирование литейный цехов / Г. Е. Левшин. – Барнаул: АлтГТУ, 2003. – 98 с.
5. Кодекс законів про працю України: Закон України від 10.12.1971 № 322-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>
6. Зотов Б. Н. Художественное литье: уч. пособ. - М.: Машиностроение, 1982. - 288 с.
7. Формовочные материалы смеси / С. П. Дорошенко, В. П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацашек. – К.: Вища шк., 1990. – 415 с.
8. Некрасов Г. Б. Основы технологии литейного производства. Плавка, заливка металла, кокильное литье : учеб. пособие / Г. Б. Некрасов, И. Б. Одарченко. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 223 с.
9. Матюхин В. И. Конструкция и расчет индукционных тигельных печей: Учебное пособие/ В.И.Матюхин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. 61с.
10. Экономика предприятия / Под ред. О.И.Волкова. – М.: ИНФРА, 1998. – 416с.
11. ДСН 3.3.6-042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.	Варибрус О.В.				<i>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</i>	Лт.	Аркуш.	Аркушів
Перев..	Ямшинський М.М.						78	
Н. Контр.						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона		
Затв.						ФЛ-61-2		

ДОДАТКИ

					ФЛ611.61201.1110.0000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТКИ	Літ.	Аркуш.	Аркушів
Разроб.		Варибрус О.В.					79	
Перев..		Ямшинський М.М.						
Н. Контр.								
Затв.								
						Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ФЛ6.1.61201.1110.0003	Модельна плита з моделлю низу	1	
				<u>Позиції</u>		
		1		Вкладш	1	
		2		Модель низу	4	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		3		Модельна плита ГОСТ 20108-74	1	
		4		Болт М4х18 ГОСТ 7805-70	2 4	
		5		Шайба 4 3Х13 ГОСТ 20342-74	2 4	
		6		Штифт 4х22 ГОСТ 20340-74	16	
		7		Штир 0290-0854 ГОСТ 20091-74	2	
		8		Гвинт 0290-0869 ГОСТ 20130-74	2	
		9		Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70	2	
		10		Гайка М12.6 06 ГОСТ 5927-70	2	
				ФЛ6.1.61201.1110.0003 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Разрад.	Варидрус О.В.				Літ.	Аркуш
Перев.	Ямшинський М.М.					81
Т.конт.					Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2	
Н.конт.						
Затв.						
Модельна плита з моделлю низу						

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ФЛ6.1.61201.1110.0004	Форма в складеному виді	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		1		Опока нижня ГОСТ 14979-69	1	
		2		Опока верхня ГОСТ 14979-69	1	
		3		Втулка центрувальна	2	
				ГОСТ 20126-76		
		4		Штир центрувальний	1	
				ГОСТ 22965-76		
		5		Штир напрямівний	1	
				ГОСТ 22965-761		
		6		Втулка напрямівна	2	
				ГОСТ 20126-76		

					ФЛ6.1.61201.1110.0004 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Варидрус О.В.						
Перев.	Ямшинський ММ.						
Т.конт.							
Н.конт.							
Затв.							
					Форма в складеному виді		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						82	
					Інститут металознавства ім. Є.О. Патона ФЛ-61-2		

Ім'я користувача:
Ямшинський Михайло Михайлович

ID перевірки:
1008233723

Дата перевірки:
08.06.2021 18:00:59 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
08.06.2021 18:05:46 EEST

ID користувача:
76785

Назва документа: Варибрус

Кількість сторінок: 80 Кількість слів: 13496 Кількість символів: 102171 Розмір файлу: 1.38 MB ID файлу: 1008306866

5.71% Схожість

Найбільша схожість: 1.64% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1003936186)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

5.71% Джерела з Бібліотеки 841

Сторінка 82

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 92