

**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**

«На правах рукопису»

УДК 621.742.

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ М. М. Ямшинський

«__» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

**на здобуття ступеня магістра
за освітньою-професійною програмою
«Комп'ютеризовані процеси лиття»
зі спеціальності 136 – Металургія**

**на тему: «Ливарний комплекс бронетанкового заводу з розроблен-
ням технологій виготовлення сталевих виливків у разових піщано-
глинястих формах»**

Виконав:

студент VI курсу, групи ФЛ-91 мп

Кориткін Богдан Всеволодович _____

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шейко О.І. _____

Консультант з економічно-організаційної частини:

доц., к.е.н. Нараєвський С.В. _____

Консультант з нормоконтролю: доц., к.т.н. Лютий Р.В. _____

Рецензент: к.т.н., Котляр С.М. _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2020 року

**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

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою
«Комп'ютеризовані процеси лиття»

Спеціальність (спеціалізація) – 136 «Металургія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.М. Ямшинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

Кориткін Богдан Всеволодович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: «Ливарний комплекс бронетанкового заводу з розробленням технологій виготовлення сталевих виливків у разових піщано-глинястих формах». Науковий керівник Шейко Олександр Іванович к. т. н. доцент, затверджені наказом по університету від «16» листопада 2020 року №3313-с. Термін подання студентом дисертації: 14 грудня 2020 року
3. Об'єкт дослідження: ливарний комплекс та технологічні процеси виробництва виливків різної маси із різних сплавів
4. Вихідні дані: 4.1. Матеріали переддипломної виробничої практики. 4.2. Література за темою дисертації. 4.3. Потужність ливарного комплексу 5000 т придатних виливків за рік. 4.4. Номенклатура виливків ливарного цеху масою до 46 кг – 30 найменування.
5. Перелік питань, які потрібно розробити:
 - 5.1. Аналіз виробничої програми цеху.
 - 5.2. Проектування технологічних відділень ливарного цеху.
 - 5.3. Технологічна частина.
 - 5.4. Спеціальна частина.
 - 5.5. Економічно-організаційна частина. Висновки

6. Орієнтований перелік графічного матеріалу:

6.1. План цеху 6.2. Розріз цеху. 6.3 Технологія ливарної форми першого виливка (3 аркуші). 6.4. Технологія ливарної форми другого виливка (3 аркуші).

6.5. Загальний вигляд та окремих вузол технологічного устаткування (1 аркуш).

6.6. Порівняльні техніко-економічні показники. 6.7. Стартап

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Економічно-організаційна частина	к.т.н. доцент Нараєвський С. В.		
Нормоконтроль	к.т.н доцент Лютий Р.В.		

8. Дата видачі завдання 03 вересня 2020 року

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Переддипломна науково-виробнича практика. Аналіз результатів практики	03.09.20...26.10.20 р.	
2	Аналіз виробничої програми	27.10.20...03.11.20 р.	
3	Проектування основних і допоміжних виробничих відділень і дільниць	04.11.20...15.11.20 р.	
4	Розроблення технологічної частини роботи	16.11.20...19.11.20 р.	
5	Розроблення спеціальної частини роботи	20.11.20...25.11.20 р.	
6	Виконання графічної частини дисертації	26.11.20...08.12.20 р.	
7	Виконання завдання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	09.12.20...11.12.20 р.	
8	Виконання економічно-організаційної частини	09.12.20...13.12.20 р.	
9	Оформлення магістерської дисертації	01.12.20...14.12.20 р.	
10	Рецензування магістерської дисертації	14.12.20...17.12.20 р.	
11	Захист магістерської дисертації	21.12.20 р	

Студент

Кориткін Б.В. _____

Науковий керівник дисертації

Шейко О.І. _____

**Пояснювальна записка до
магістерської дисертації**

на тему: “ Ливарний комплекс бронетанкового заводу з розробленням
технологій виготовлення сталевих виливків у разових піщано глиняс-
тих формах”

№	Формат	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
1	A4			Завдання на дисертацію	2	
2	A4		ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Пояснювальна записка	130	
3	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0001	План цеху	1	
4	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0002	Розріз цеху	1	
5	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0003	Технологія виготовлення		
				виливка «Колесо»	1	
6	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0004	Модельна плита в верхньою		
				половиною моделі	1	
7	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0005	Форма в зборі	1	
8	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0006	Стрижневий ящик	1	
9	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0007	Технологія виготовлення		
				виливка «Фланець»	1	
10	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0008	Форма в зборі		
11	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0009	Прес-форма	1	
12	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0010	Інерційна вибивна		
				решітка	1	
13	A1		ФЛ91мп.9104.1110.0011	Техніко-економічні		
				показники	1	

ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розробив	Кориткін Б.В.			
Перевірив	Шейко О.І.			
Н. контр.	Лютий Р.В.			
Затвердив				
Відомість до магістерської дисертації			Літ.	Аркуш
			5	130
НТУУ «КПІ», ІМЗ, ФЛ-91мп				

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Завданням у даній магістерській дисертація є розроблення ливарного цеху з потужністю 5000 т придатних виливків на рік. Річна програма випуску виливків розподілена за кількома групами. Дані групи розподіляються за способами виготовлення деталей, до яких відносять лиття в разові піщані форми та лиття за моделями, що витоплюються.

Необхідно виконати розробку технологічного процесу виготовлення вилівка «Фланець» масою 4,9 кг з металу марки 25Л та другого вилівка «Колесо» масою 46 кг з металу марки 40Л. Відповідно за конфігурацією та застосування даних деталей необхідно розрахувати ливникову систему та розміри опок та стрижнів для лиття в піщано-глинясті форми, прес-форму для лиття за моделями, що витоплюються. За необхідності застосувати для вилівка надливи. В результаті деталі повинні мати зазначені для роботи механічні властивості та відповідну структуру.

Проектування ливарного устаткування відбувається на основі обраних машин, які будуть працювати в ливарному цеху.

Розроблення та планування розділів з організації та економіки виробництва має забезпечити план фінансування та кількість робітників, що працюватимуть на виробництві.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВ- ДАННЯ НАВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТА- ЦІЇ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.					6	130
<i>Реценз.</i>						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ,ФЛ-91мп		
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.						
<i>Затверд.</i>								

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з: 130 стор.; 11 рис.; 21 табл.; 10 посилань.

У проєкті проєктується ливарний цех потужністю 5000 тонн придатних виливків на рік із такого металу як сплави марок 25Л та 40Л. Розробляється технологічний процес виготовлення виливка «Фланець важеля» масою 4,9 кг з металу марки 25Л та другого виливка «Колесо» масою 46 кг з металу марки 40Л.

Результати проєктування – розроблена технологія виливку «Колесо» литтям у разові піщано-глинясті форми та технологія виливку «Фланець» литтям за моделями, що витоплюються. Виконано технічне планування відділення ливарного цеху та ливарного устаткування. При проєктуванні відділення проведено аналіз необхідності устаткування, виконано розрахунок організаційних та економічних чинників, результатом яких є обчислення заробітної плати робітників (основних та допоміжних), витрати на амортизацію устаткування та енергетичні ресурси, що застосовуються для прискорення виробничого процесу. Згідно нормативних документів враховано всі заходи щодо безпеки життєдіяльності працівників та приділено увагу до збереження екологічності навколишнього середовища, за допомогою встановлення запобігаючих засобів біля устаткування та встановлення притяжних витяжок в конструкції будівлі та безпосередньо у відділенні фінішних операцій.

ВИЛИВОК, ДЕТАЛЬ, СТАЛЬ. МОДЕЛЬНА ПЛИТА. ІНЕРЦІЙНА ВИБИВНА РЕЩІТКА, ЛИВАРНА ФОРМА, ФЛАНЕЦЬ, ОПОРА ВАЛА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

					ФЛ91мп.9104.1110. 0000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Реферат	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В..						
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.					7	130
<i>Реценз.</i>						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ, ФЛ-91мп		
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.						
<i>Затверд.</i>								

ABSTRACT

Master's thesis consists of: 130 pages, 11 pages; 21 tables; 10 links.

The project envisages a foundry with a capacity of 5,000 tons of suitable castings per year made of such metal as alloys of grades 25L and 40L. The technological process of manufacturing the casting "Flange of the lever" weighing 4.9 kg from metal of 25 l and the second casting " Wheel " weighing 46 kg from metal of 40 L is being developed.

The results of the design are the developed technology of casting "Wheel" by casting in disposable sand-clay molds and the technology of casting "Flange" by casting on melted models. The technical planning of the foundry department and foundry equipment was performed. When designing departments, an analysis of the need for equipment was performed, the calculation of organizational and economic factors, the result of which is the calculation of wages of workers (basic and auxiliary), depreciation costs of equipment and energy resources used to speed up the production process. According to the regulations, all measures for the safety of employees are taken into account and attention is paid to preserving the environmental friendliness, by installing safety devices near the equipment and installing hoods in the structure of the building and directly in the finishing department.

CASTING, DETAIL, STEEL. MODEL PLATE. INERTIA BREAKING GRID, FOUNDRY FORM, FLANGE, SHAFT SUPPORT, TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS

					ФЛ91мп.9104.1110. 0000 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ABSTRACT					
<i>Розроб.</i>	Кориткін Б.В.							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Шейко О.І.							8		130
<i>Реценз.</i>								НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ,ФЛ-91мп		
<i>Н. Контр.</i>	Лютий Р.В.									
<i>Затверд.</i>										

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	14
1.1 Виробнича програма	14
1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків ...	16
2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ ТА ФОНДИ ЧАСУ	19
3 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ	22
3.1 Розрахунок плавильного відділення.....	22
3.1.1 Баланс металу	23
3.1.2 Річна потреба шихти	25
3.2 Розрахунок формувальньо-складально-заливально-вибивального відділення цеху	26
3.3 Розрахунок опок	31
3.4 Розрахунок стрижневого відділення	32
3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування	32
3.5 Вибір і розрахунок технологічного устаткування	34
3.6 Відділення за моделями що витоплюються	37
3.7 Дільниця виготовлення керамічних форм	39
4 ДОПОМІЖНЕ ВІДДІЛЕННЯ ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ	42
4.1 Майстерні для ремонту модельно – опочної оснастки	42
4.2 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів.....	42
4.3 Ремонтно – механічна майстерня	42
4.4 Санітарна майстерня	43
4.5 Цехові лабораторії.....	43
4.6 Опис технологічного процесу.....	43

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кориткін Б.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шейко О.І.				9	130
Н. Контр.		Лютий Р.В.			ЗМІСТ		
Затверд.					НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ, ФЛ-91мп		

4.7	Складське господарство	44
5	ЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ ВНУТРІШНЬОГО НАЗНАЧЕННЯ	45
6	ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	46
7	БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	52
7.1	Елементи конструкції будівлі	52
7.2	Архітектурна частина.....	52
7.3	Будівельні конструкції	53
7.4	Побутові та адміністративні приміщення	54
8	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ»	55
8.1	Загальна характеристика деталі	55
8.2	Вибір сплаву та його характеристики	56
8.3	Сутність процесу лиття за моделями, що витоплюються	57
8.4	Розрахунок припусків на механічну обробку	59
8.5	Розрахунок ливникової системи.....	60
8.6	Ливниково-живильна система	61
8.7	Розрахунок розмірів моделі та пресформи	63
8.8	Розміри порожнини прес-форми	64
9	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОЛЕСО»	66
9.1	Спосіб виготовлення виливка	67
9.2	Обґрунтування положення моделі у формі та вибір площини рознімання моделі і форми	67
9.3	Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка	68
9.4	Вибір меж стрижнів та розмірів знаків	69
9.5	Вибір типу та розрахунок розмірів опок.....	70
9.6	Розрахунок розмірів опок	71
9.7	Розрахунок ливникової системи.....	73
9.8	Формувальні та стрижневі суміші.....	79
9.9	Устаткування та інструменти	84
9.10	Устаткування та інструменти	84
9.11	Фінішні операції.....	85

					ФЛ91мп.9104.1110. 0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

9.12	Розрахунок піднімальної сили	87
10	СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	90
10.1	Розрахунок піднімальної сили	90
10.2	Визначення кутової швидкості вала вібратора	91
10.3	Визначення числа обертів вала вібратора	92
10.4	Визначення величини збуджуючої сили	92
10.5	Визначення маси неврівноважених вантажів	92
10.6	Визначення сумарної жорсткості пружини	93
10.7	Визначення шорсткості однієї пружини	93
11	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	97
11.1	Розрахунок чисельності виробничих робітників	97
11.2	Визначення фонду заробітної плати.....	100
11.3	Розрахунок продуктивності праці	102
11.4	Розрахунок капітальних вкладень	104
11.5	Визначення планової собівартості одиниці продукції	107
11.6	Розрахунок витрат на сировину і матеріали	108
11.6.1	Витрати на паливо та енергію.....	109
11.6.2	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	110
11.6.3	Загальновиробничі витрати	111
11.6.4	Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші	112
11.6.5	Адміністративні витрати.....	112
11.6.6	Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва.....	113
11.6.7	Позавиробничі витрати на збут продукції	113
11.6.8	Складання планової калькуляції собівартості продукції	114
11.7	Оцінка ефективності проектних рішень.....	115
12	БІЗНЕС ПРОЕКТ.....	118
12.1	Команда.....	118
12.2	Назва проекту	118
12.3	Короткий опис проекту	118
12.4	Бізнес-модель.....	119
12.4.1	Цінний продукт.....	119

12.4.2 Сегмент споживачів	119
12.4.3 Канали збуту	119
12.4.4 Дохід (монетизація)	120
12.4.5 Ключові види діяльності	120
12.4.6 Ключові ресурси	120
12.4.7 Ключові партнери	120
12.4.8 Витрати	120
12.5 Елементи фінансового плану	121
12.5.1 Опис бізнес-проекту	121
12.5.2 Фінансовий план	121
12.5.3 Резюме	122
ВИСНОВКИ	123
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	124
ДОДАТКИ	125

					ФЛ91.9104.1110. 0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

ВСТУП

Ливарне виробництво є однією із найважливіших ланок в галузі машинобудування. За допомогою литва виготовляються майже всі деталі машин, а саме 40...80 %. В процесі створюються деталі різної конфігурації та різного призначення, починаючи від найпростіших втулок та закінчуючи внутрішньої порожнини двигунів внутрішнього згорання, які потребують високої точності і здатності витримувати механічні та термічні навантаження.

На сьогодні виробництво деталей припадає більш ніж 100 мільйонів тонн за рік. Для виготовлення виливків застосовуються різноманітні процеси литва, такі як лиття в разові піщані форми; лиття за моделями, що витоплюються; за моделями, що газифікуються та інші. Застосовуються різноманітні сплави, в залежності від майбутнього призначення виливка. Найбільш широко застосовуючима є чавуни та сталі.

Завданням даного магістерського проекту є проектування ливарного цеху та розроблення технології виготовлення виливка «Фланец» із сплаву 25Л та виливка «Колесо» із сплаву 40Л.

Ливарний цех буде компонованим, оскільки на виробництві застосовані такі види литва як лиття в разові піщані форми та лиття за моделями, що витоплюються. Для коректної роботи необхідно підібрати відповідне устаткування.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.					13	130
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.						
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.						
<i>Затверд.</i>								
						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ,ФЛ-91мп		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМ14И

1.1 Виробнича програма

Ливарний цех заводу призначений для виробництва сталевих виливків, які використовуються для ремонту та збирання танків та бронетранспортерів, до яких пред'являються особливі вимоги.

В цеху виготовляються виливки різної конфігурації масою від 2,4 кг до 46 кг. Для виготовлення виливків використовується такі марки сталей: 25Л (ГОСТ 977-88), 40Л (ГОСТ 977-88)

Потужність сталеливарного цеху складає 5000 тон придатного литва за рік.

Номенклатуру виливків ливарного цеху наведено в табл. 1.1.

Розрахунок кількості виробів що виготовляє завод за рік, за формулою :

$$N = \frac{G_p}{m}, \quad (1.1)$$

де N – кількість виробів кожного найменування за рік, шт.

G_p – річна потужність цеху, кг;

m – сумарна маса виливків на один виріб, кг. Значення m визначаємо як алгебраїчну суму мас усіх виливків за номенклатурою, враховуючи кількість виливків кожного найменування на один готовий виріб, (табл. 1.1), $m=339,6$ кг;

Підставивши дані до формули (1.1) отримуємо:

$$N = \frac{5000000}{786,2,6} = 6359,7 \text{ шт.}$$

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кориткін			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шейко О.І.				14	130
Н. Контр.		Лютий Р.В.			АНALІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ НТУУ «КІП», ІМЗ, ФЛ-91мп		
Затверд.							

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість дет. на 1	Маса виливків на 1 вилів, кг	Режим термічного оброблення
1	ФЛ-9101	Фланець 1	40Л	4,9	1	4,9	Нормалізація
2	ФЛ-9102	Водило	25Л	4,8	1	4,8	Нормалізація
3	ФЛ-9103	Диск зчеплення	40Л	0,6	4	2,4	Нормалізація
4	ФЛ-9104	Втулка	25Л	4,2	4	16,8	Нормалізація
5	ФЛ-9105	Упор	40Л	2,3	2	4,6	Нормалізація
6	ФЛ-9106	Втулка разборная	25Л	2,3	4	9,2	Нормалізація
7	ФЛ-9107	Кришка	25Л	1,1	4	4,4	Нормалізація
8	ФЛ-9108	Фіксатор	40Л	4,2	4	16,8	Нормалізація
9	ФЛ-9109	Хомут	25Л	3,1	2	6,2	Нормалізація
10	ФЛ-9110	Муфта регулювальна	40Л	1,8	2	3,6	Нормалізація
11	ФЛ-9111	Корпус клапана	25Л	1,2	4	4,8	Нормалізація
12	ФЛ-9112	Кольцо форсуночное	40Л	3,5	2	7	Нормалізація
13	ФЛ-9113	Валик привода	40Л	2,8	2	5,6	Нормалізація
14	ФЛ-9114	Заглушка	25Л	0,8	6	4,8	Нормалізація
15	ФЛ-9115	Переходник	40Л	1,5	4	6	Нормалізація
16	ФЛ-9116	Блок	40Л	10,6	2	21,2	Нормалізація
17	ФЛ-9117	Розподільний вал	40Л	8,5	1	8,5	Нормалізація
18	ФЛ-9118	Кільце	40Л	13	4	52	Нормалізація
19	ФЛ-9119	Кришка редуктора	40Л	8,3	1	8,3	Нормалізація
20	ФЛ-9120	Колесо	40Л	46	4	184	
21	ФЛ-9121	Корпус	40Л	10,2	1	10,2	Нормалізація
22	ФЛ-9122	Сектор	40Л	12,3	1	12,3	
23	ФЛ-9123	Стакан	40Л	25,3	2	50,6	
24	ФЛ-9124	Петля	40Л	18,9	2	37,8	Нормалізація
25	ФЛ-9125	П'ята стріли ліва	40Л	15,9	1	15,9	
26	ФЛ-9126	Гвинт	40Л	6,5	2	13	
27	ФЛ-9127	Вилка	40Л	34,5	4	138	Нормалізація
28	ФЛ-9128	Рукоятка	40Л	26,3	4	105,2	
29	ФЛ-9129	Брусок	40Л	10,3	1	10,3	Нормалізація
30	ФЛ-9130	Шток	40Л	8,5	2	17	Нормалізація
всього						786,2	

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

За даними табл 1.1 і зроблено розрахунку річної кількості виробів складаємо точну виробничу програму (табл. 1.2) .

1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків

Цех потужністю 5000 тонн придатного литва за рік, відноситься до ливарних цехів серійного виробництва, для яких номенклатура виливків складає не більше 200 найменувань і серійність не менше 1000 штук рік.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 Виробнича програма ливарного цеху

Індекс поз.	Код деталі	Найменування	Матеріал	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				деталі	вилив-ка	шт	кг	на основні вироби		на з/п			всього	
								шт	т	%	шт	т	шт	т
1	ФЛ.9102	Водило	25Л	4,165	4,9	1	4,9	17664	86,6	10	1963	9,6	19627	96,2
2	ФЛ.9104	Втулка	25Л	4,08	4,8	1	4,8	17664	84,8	10	1963	9,4	19627	94,2
3	ФЛ.9106	Втулка разборная	25Л	0,51	0,6	4	2,4	70657	42,4	10	7851	4,7	78508	47,1
4	ФЛ.9107	Кришка	25Л	3,57	4,2	4	16,8	70657	296,8	10	7851	33,0	78508	329,7
5	ФЛ.9109	Хомут	25Л	1,955	2,3	2	4,6	35329	81,3	10	3925	9,0	39254	90,3
6	ФЛ.9111	Корпус клапана	25Л	1,955	2,3	4	9,2	70657	162,5	10	7851	18,1	78508	180,6
7	ФЛ.9114	Заглушка	25Л	0,935	1,1	4	4,4	70657	77,7	10	7851	8,6	78508	86,4
8	ФЛ.9101	Фланець 1	25Л	3,57	4,2	4	16,8	70657	296,8	10	7851	33,0	78508	329,7
9	ФЛ.9103	Диск зчеплення	25Л	2,635	3,1	2	6,2	35329	109,5	10	3925	12,2	39254	121,7
10	ФЛ.9105	Упор	25Л	1,53	1,8	2	3,6	35329	63,6	10	3925	7,1	39254	70,7
11	ФЛ.9108	Фіксатор	25Л	1,02	1,2	4	4,8	70657	84,8	10	7851	9,4	78508	94,2
12	ФЛ.9110	Муфта регулювальна	25Л	2,975	3,5	2	7	35329	123,7	10	3925	13,7	39254	137,4
13	ФЛ.9112	Кольцо форсуночное	25Л	2,38	2,8	2	21,2	35329	98,9	10	3925	11,0	39254	109,9
14	ФЛ.9113	Валик привода	25Л	0,68	0,8	6	8,5	105986	84,8	10	11776	9,4	117762	94,2
15	ФЛ.9115	Переходник	25Л	1,275	1,5	4	52	70657	106,0	10	7851	11,8	78508	117,8
16	ФЛ.9116	Блок	40Л	9,01	10,6	2	21,2	7891	83,6	10	877	9,3	8768	92,9
17	ФЛ.9117	Розподільний вал	40Л	7,225	8,5	1	8,5	3946	33,5	10	438	3,7	4384	37,3
18	ФЛ.9118	Кільце	40Л	11,05	13	4	52	15782	205,2	10	1754	22,8	17536	228,0
19	ФЛ.9119	Кришка редуктора	40Л	7,055	8,3	1	8,3	3946	32,7	10	438	3,6	4384	36,4
20	ФЛ.9121	Колесо	40Л	39,1	46	4	184	15782	726,0	10	1754	80,7	17536	806,7
21	ФЛ.9121	Корпус	40Л	8,67	10,2	1	10,2	3946	40,2	10	438	4,5	4384	44,7
22	ФЛ.9127	Сектор	40Л	10,455	12,3	1	12,3	3946	48,5	10	438	5,4	4384	53,9
23	ФЛ.9129	Стакан	40Л	21,505	25,3	2	50,6	7891	199,6	10	877	22,2	8768	221,8
24	ФЛ.9130	Петля	40Л	16,065	18,9	2	37,8	7891	149,1	10	877	16,6	8768	165,7
25	ФЛ.9120	П'ята стріли ліва	40Л	13,515	15,9	1	15,9	3946	62,7	10	438	7,0	4384	69,7
26	ФЛ.9122	Гвинт	40Л	5,525	6,5	2	13	7891	51,3	10	877	5,7	8768	57,0
27	ФЛ.9123	Вилка	40Л	29,325	34,5	4	138	15782	544,5	10	1754	60,5	17536	605,0
28	ФЛ.9125	Рукоятка	40Л	22,355	26,3	4	105,2	15782	415,1	10	1754	46,1	17536	461,2
29	ФЛ.9126	Брусок	40Л	8,755	10,3	1	10,3	3946	40,6	10	438	4,5	4384	45,2
30	ФЛ.9128	Шток	40Л	7,225	8,5	2	17	7891	67,1	10	877	7,5	8768	74,5
	Всього						102,9	47						5000

ФЛ91мп.9104.110.0000

Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габаритні розміри виливків, їх матеріал, клас точності, потужні цеху. Враховуючи вищесказане, приймаємо, що в проектованому цеху виливки виготовляють в разових піщано-глинистих сирих формах, та за моделями, що витоплюються.

За характером виробництва класифікуємо проектований ливарних цех як цех серійного виробництва, за родом ливарного сплаву – як сталеливарний, за ступенем механізації – цех є механізованим, за масою виливків відносно його до цехів дрібного литва, за технологічною спеціалізацією – в цеху виготовляють виливки лиття в разові піщані-глинисті форми та литтям за моделями, що витоплюють

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Режим роботи заводу визначається виконанням операцій технологічного процесу виготовлення виливків у часі та просторі. Від прийнятого режиму роботи залежить організація виробничого процесу.

Вибір режиму роботи цеху можливо робити опираючись на такі фактори як потужність цеху, маси виливків, тощо. Найвигіднішим режимом для роботи ливарного цеху потужністю 5000 тон придатного литва є такий, коли усі технологічні операції одночасно виконуються на різних виробничих лініях і дільницях. Таким є 2-ух зміний паралельний режим, який приймаємо в даному проекті для підходящого використання устаткування і площ цеху.

Календарий фонд часу роботи знаходимо за формулою:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані в формулу (2.1), отримаємо:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу, Φ_k , – це час, протягом якого може працювати ливарний цех за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачених утрат часу. Номінальний фонд часу розраховується за формулою:

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кориткін Б.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шейко О.І.			19	130	
Н. Контр.		Лютый Р.В.			НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-91		
Затверд.							

$$\Phi_{\text{н}} = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

Де $\Phi_{\text{к}}$ – номінальний фонд часу, год;

C – кількість днів у році, з урахуванням та вихідних днів;

Γ – кількість годин в залежності від кількості змін роботи, 1 зміна – 8 годин.

З урахуванням святкових і вихідних днів, приймаємо 250 робочих днів на рік. При 2-ох змінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становить:

$$\Phi_{\text{н}} = 250 \cdot 8 \cdot 2 = 4000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд, $\Phi_{\text{д}}$, визначаємо шляхом віднімання від номінального фонду часу втрат на непередбачувані обставини, ремонт устаткування тощо.

Дійсний фонд часу розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - B, \quad (2.3)$$

де $\Phi_{\text{д}}$ – дійсний фонд, год;

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить:

$$\Phi_{\text{д}} = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год.}$$

					ФЛ91.9104.1110.0000	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Режими роботи ливарного цеху та фонди часу, год

Інд. Поз.	Найменування відділення, дільниці , тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			Устаткування	робітника
1	Відділення лиття за моделями, що ви- топлюються	2	3720	1840
2	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	2	3800	1840
3	Формувально-складально-заливально- вибивальне відділення	2	3600	1840
4	Стрижневе відділення	2	3680	1840
5	Сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
6	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
7	Дільниця термічного оброблення	2	3840	1840
8	Допоміжні служби	2	3000	1840

					ФЛ91.9104.1110.0000	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

3.1 Плавильне відділення

Вихідними даними для розрахунку є: виробнича програма, вид технологічного процесу, прийнятий режим роботи цеху, результати раніше виконаних розрахунків і нормативні дані.

У проекті, буде розраховуватись плавильне відділення, у якому будуть виплавлятися такі сплави як 25Л, 40Л. Вихідними даними для розрахунку плавильного відділення є кількість металу кожної марки ливарних сплавів, необхідна для забезпечення виробничої програми. Для плавки сплавів у відділенні будуть використовувати індукційні тигельні печі, які забезпечують отримання рідкого сплаву високої якості з мінімальним вмістом газів, неметалічних включень та шкідливих домішок; дозволяють знизити угар металу та покращують умови праці. Хімічний склад даних сталей наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталей 25Л, 40Л (ГОСТ 977-88,)

Марка сталі	Масова доля елемента в сплаві, %				
	C	Mn	Si	P, не більше	S, не більше
25Л	0,17...0,25	0,45...0,90	0,2...0,52	0,04	0,045
40Л	0,37...0,45	0,45...0,90	0,2...0,52	0,04	0,045

Щоб порахувати кількість рідкого металу складаємо баланс металу, табл. 3.2.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.				22	130
<i>Реценз.</i>					РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ,ФЛ-91мп		
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.					
<i>Затверд.</i>							

3.1.1 Баланс металу

Таблиця 3.2 – Баланс металу

Індекс позиції	Марка сплаву	придатне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	25Л	60	2000	35	1166,7	95	3166,7	5	166,7	100	3333,3	II	Ін-дукційні
2	40Л	75	3000	20	800	95	3800	5	200	100	4000	II	
Всього			50000		1966,7		6966,7		366,7		7333,3		

Знаходимо годинну потребу в рідкому металі по формулі:

$$Q = V / \Phi_d, \quad (3.1)$$

де V – кількість рідкого металу, що виплавляється в цеху, т/рік;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто плавильних печей, год.

Підставивши дані до формули (3.1) отримуємо:

$$Q = 7333,3 / 3720 = 1,97 \text{ т/год}$$

Отже, кожен годину робочого часу на формувальні дільниці необхідно подавати 1,97 тони рідкої сталі. Обираємо піч, об'єм тигля якої найближчий за значенням продуктивності до отриманого результату, а саме піч ІСТ-2,5/2,40 для сталі .

Для розрахунку кількості плавильних агрегатів, використовуємо дані балансу металів для забезпечення річної програми:

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = V_p \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.2)$$

де N – кількість плавильних агрегатів, шт.;

V_p – річна кількість рідкого металу по цеху, т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виплавлення та використання рідкого металу, приймаємо $K_n=1,2$;

Φ_d – дійсний фонд часу роботи плавильних агрегатів, год; q – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

За формулою (3.2) визначаємо необхідну кількість електропечей ІСТ:

$$n = 7333,3 \cdot 1,2 / 3720 \cdot 1,1 = 2,65$$

Таким чином, для плавки сталі приймаємо чотири індукційні сталеплавильні тигельні печі.

Виходячи з проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку плавильних агрегатів та заносимо дані до таблиці 3.3

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.3 Розрахунок плавильних агрегатів

Дільниця, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість електропечі	Тривалість циклу плавки, год	Середнього динна продуктивність цеху,	Кількість печей		Коефіцієнт завантаження завантаження
							За розрахунком	прийнята	
1	25Л	3166,7	ІСТ-2,5/2,40	2,5	2,5	2,4	1,55	4	0,67
									0,67
2	40Л	3800							0,67
									0,67

3.1.2 Річна потреба шихти

Кількість шихтових матеріалів, яка є необхідною для виплавлення необхідної кількості розплаву, відповідно до використовуваних марок сплавів з повним використанням відходів та браку, розраховуємо та наводимо у табл. 3.4.

Для виплавлення сталей марок 20Л і 40Л використовуємо такі компоненти: зворот власного виробництва, сталевий брухт, чавун переробний, феросиліцій ФС45, феромарганець ФМн0,5 та алюміній марки А88. Річна потреба шихтових матеріалів для виплавлення сталей марок 20Л і 40Л, (табл. 3.4) розрахована за методичними вказівками для розрахунку сталеві шихти та рекомендаціями відповідної літератури.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 3.4 Розрахунок шихтових матеріалів

Ін-дек	Найменування матеріалів	Марки сплавів				Всього	
		25Л		40Л			
		%	т	%	т	%	т
1	Зворот власного виробництва	53	1766,65	53	2120	53	3886,6
2	Сталевий брухт	32	1066,65	32	1280	32	2346,6
3	Чавун переробний	10	333,33	10	400	10	773,33
4	Феросиліцій ФС-45	3	99,99	3	120	3	219,99
5	Феромарганець ФМн 1,5	2	66,66	2	80	2	146,66
Всього		100	3333,3	100	4000	100	7333,3

3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення

У цьому відділенні виконують технологічні й організаційно зв'язані між собою операції формування, складання і заливання форм, охолодження і вибивання виливків. Трудомісткість цих операцій складає до 60% від загальної трудомісткості виготовлення виливків.

Для розрахунку кількості форм визначаємо спочатку кількість виливків у формі, а потім кількість форм за рік в залежності від кількості виливків за рік. Виробничу програму виливків перераховуємо на річну кількість форм. Дані заносимо в табл. 3.5.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.5 Визначення річної кількості форм

Індекс позиції	Група	Найменування	Матеріал	Маса виливків		Розміри опок, мм	Виливків у формі, шт	Маса виливків у формі, кг	Форма за рік, шт	Об'єм форм, м ³	
				одного, кг	на річну програму, т					Однієї	На річну програму
1	ФЛ.9116	Блок	40Л	10,6	92,9	1200x800x250/2000	4	42,4	2192	0,43	943
2	ФЛ.9117	Розподільний вал	40Л	8,5	37,3		4	34	1097		472
3	ФЛ.9118	Кільце	40Л	13	228,0		4	52	4385		1885
4	ФЛ.9119	Кришка редуктора	40Л	8,3	36,4		4	33,2	1096		471
5	ФЛ.9120	Опора вала	40Л	46	806,7		6	276	2923		1257
6	ФЛ.9121	Корпус	40Л	10,2	44,7		4	40,8	1096		471
7	ФЛ.9122	Сектор	40Л	12,3	53,9		2	24,6	2191		942
8	ФЛ.9123	Стакан	40Л	25,3	221,8		4	101,2	2192		942
9	ФЛ.9121	Петля	40Л	18,9	165,7		6	113,4	1461		628
10	ФЛ.9125	П'ята стріли ліва	40Л	15,9	69,7		2	31,8	2192		942
11	ФЛ.9126	Гвинт	40Л	6,5	57,0		4	26	2192		943
12	ФЛ.9127	Вилка	40Л	34,5	605,0		4	138	4384		1885
13	ФЛ.9128	Рукоятка	40Л	26,3	461,2		8	210,4	2192		943
14	ФЛ.9129	Брусок	40Л	10,3	45,2		4	41,2	1097		472
15	ФЛ.9130	Шток	40Л	8,5	74,5		6	51	1461		628
Всього					3000				32151		13825

Результати розрахунків кількості ливарних форм на річну програму виливків заносимо до табл. 3.6.

Для виготовлення формувальної суміші використовуємо автоматичний комплекс Л651, призначений для виготовлення форм складної конфігурації. Комплексна автоматична формувальна лінія моделі Л651 — призначені для виготовлення форм складної конфігурації з великим перепадом висот порожнини під час виробництва чавунного і сталевих литва в цехах, де часто змінюють номенклатуру виливків.

Технічні характеристики лінії моделі Л651 з різною кількістю блоків наведено в табл. 3.6

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінії оснащують одним, двома або трьома формувальними блоками. Блоки об'єднують замкненим, що рухається безперервно, візковим конвеєром. Оптимальна кількість блоків — два. Типове планування моноблокової лінії показано на рис. 3.1.

Лінії відрізняються планувальними рішеннями, які визначають розташування траси конвеєра формувальних блоків.

Основою лінії є прохідний однопозиційний автомат. Струшувальний механізм автомата працює з амортизацією ударів і забезпечує режими: струшування з наступним підпресовуванням або струшування з одночасним пресуванням. Форми виготовляють в опоках спеціальної конструкції без хрестовин з використанням єдиної або облицьовувальної і наповнювальної сумішей.

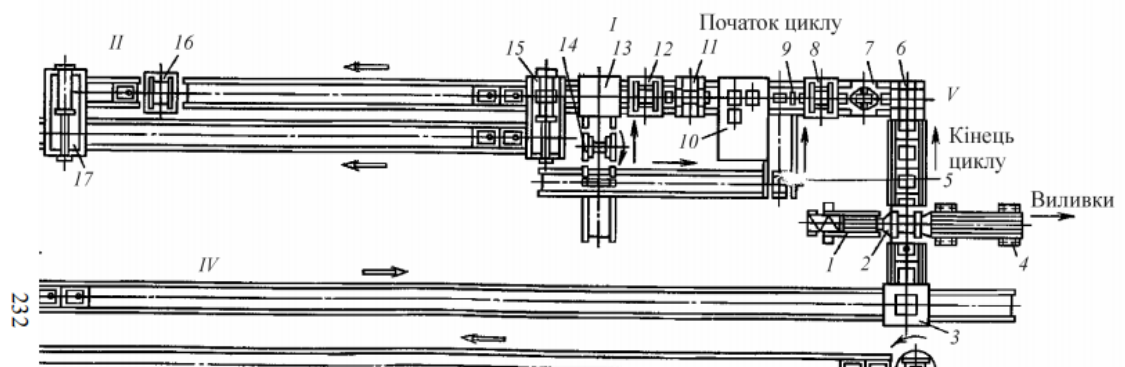


Рисунок 3.1 – Лінія Л651

Наявність двох або трьох формувальних автоматів на одному ливарному конвеєрі дає змогу одночасно виготовляти два або три різні виливки, спеціалізувати блоки на виробництво певних литих деталей і нагромаджувати для них комплекти стрижнів..

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 3.6. Технічні характеристики лінії моделі Л651

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
		кількість блоків у лінії
1	Робочі розміри опок, мм	1200
	довжина	1000
	ширина	400
	висота	
2	Продуктивність цикла, форм/год	80
3	Металомісткість форми, кг	До 180
4	Кількість рітників, що обслуговують лінію протягом однієї зміни	5
5	Тиск пресування, Мпа	1,6
6	Витрати формувальної суміші, м3 /хв:	160
7	Витрати стиснутого повітря м3 /хв	650
8	Швидкість переміщення форм роликowymi конвеєрами, м/хв	6,3...13,2
9	Установлена потужність, кВт.	585
10	Габаритні розміри лінії, мм:	
	довжина	96340
	ширина	27100
	висота	5820
11	Маса повного комплекту устаткування, т	900

Технологічний цикл виготовлення форм складається з таких операцій:

- зіштовхування комплекту порожніх опок з візків ливарного конвеєра, який рухається безперервно;
- роз'єднування опок;
- послідовне виготовлення верхньої і нижньої півформ;
- видалення моделей із форм; – установлення півформ на супутниковий конвеєр для проставлення стрижнів;

- складання форм і передавання їх на ливарний конвеєр;
- навантаження форм;
- заливання форм розплавом і знімання з них вантажів;
- охолодження виливків у формах і їх вибивання.

Наявність роликового конвеєра для подавання порожніх опок (конвеєр є одночасно і їх нагромаджувачем) і установки для вертання опок забезпечує гнучкий зв'язок формувальних блоків з ливарним конвеєром. Ці пристрої і агрегати під час призупинення роботи на формувальних ділянках дають змогу організувати обертання порожніх опок на ливарному конвеєрі.

Супутниковий конвеєр для передавання півформ на позицію установлення стрижнів і наступне складання форм, а також сковзала для передавання складених форм на ливарний конвеєр дають змогу забезпечити схоронність форм, запобігаючи їх руйнуванню від вібрації і ударів, які можуть бути під час використання інших піднімально-передавальних або транспортувальних систем.

Таблиця 3.7 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Внутрішні розміри опок (L*В*Н), мм	Річний випуск		Середньоденна кількість форм, шт
			Виливків, т	Форма, шт	
1	До 50	1200x800x250/200	3000	32651	80

Кількість ліній для виготовлення форм розраховуємо за формулою:

$$N = V_p / (K_b * \Phi_d * q), \quad (3.6)$$

де V_f – кількість форм за рік, шт;

K_b – коефіцієнт браку форм і виливків, $K_b = 0,94 \dots 0,96$;

q – циклова продуктивність лінії, форм/год;

Φ_d – дійсний фонд часу, год.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = 32651 / (0,94 * 3600 * 80) = 0,19 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну комплексно-механізовану ливарну лінії моделі Л651.

Коефіцієнт завантаження – 0,12.

Таблиця 3.8 – Кількість формувальних автоматів (машин)

Потокова лінія або ділянка	Найменування виливків у групі литва	Внутрішні робочі розміри опок (LxVxH), мм	Середньогодинна кількість форм, шт	Модель або тип формувальної лінії	Продуктивність формувальної лінії	К-сть формувальних ліній		Коеф. завантаження Кз
						розрахункова	прийнята	
1	До 50	1200x800x250/200	80	Л651	80	0,19	1	0,19

Незважаючи на те що автоматична лінія містить в собі вибивальну ділянку приймаємо в якості допоміжного обладнання додатково декілька інерційно вибивних решіток. Характеристики яких наведені у 9 розділі.

3.3 Розрахунок парку опок

Парк опок для формувального відділення проводимо залежно від циклу їх обертання [1]:

$$Поп = (1,25 \dots 1,3) \cdot Nф \cdot T, \quad (3.6)$$

де Поп – розрахунковий парк пар опок на потоковій лінії, шт;

1,25...1,3 – коефіцієнт, що враховує резерв і ремонтний запас опок;

Nф – кількість форм, виготовлених на лінії за 1 год;

T – цикл обертання опок, год. (T = 1...2 год).

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$\text{Поп} = 1,25 \cdot 80 \cdot 1,5 = 150 \text{ шт.}$$

Парк опок складається з опок розмірами 1200x800x250/200.

3.4 Стрижневе відділення

3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування

У стрижневому відділенні виконуються операції виготовлення, фарбування, зачищення та складання стрижнів, їх контроль та комплектування. На площі стрижневого відділення розміщено каркасну дільницю, склади для добового зберігання стрижневих ящиків, плит та стрижнів. Об'єм стрижневих робіт залежить, головним чином, від складності виливків, тобто кількості та маси стрижнів на 1 т придатного литва, а вибір методу виготовлення стрижнів та обладнання – від серійності та номенклатури.

Найбільш розповсюдженим способом заповнення порожнини стрижневого ящика сумішшю є піскодувний. Цей спосіб найбільш прийнятний для різних стрижневих сумішей і досить продуктивний. Суміш примусово виштовхується з резервуара (під дією стисненого повітря) через вихідний отвір у стрижневий ящик. Використовуємо холоднотвердну суміш з синтетичного смолою (склад наведено у табл. 3.8) для виготовлення стрижнів.

Таблиця 3.9 – Склад стрижневої суміші

Компоненти	Кварцевий пісок	Смола БС-40	Затвердувач БСКМ
Вміст, %	97	2	1

Розраховуємо кількість стрижнів та заносимо дані до табл. 3.10.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 3.10 - Маршрутна технологія і завантаження стрижневого

Індекс	Код деталі	Найменування виливка та виливків	Маса виливка	Кількість деталей на рік	№ Стрижня	На деталь	На річну програму, шт	Одного, кг	На річну програму, т	Довжина	Ширина	Висота	Стрижнів у ящику	Зйомів на річну програму	Тип та модель устаткування
1	ФЛ.9116	Блок	10,6	8768	1	1	8768	1,7	15,18	70	70	82	2	4384	Л9128Б5
2	ФЛ.9117	Розподільний вал	8,5	4384	1	1	4384	0,9	3,99	65	56	58	4	1096	
3	ФЛ.9118	Кільце	13	17536	1	1	17536	1,4	24,47	54	42	43	2	8768	
4	ФЛ.9119	Кришка редуктора	8,3	4384	1	1	4384	0,6	2,77	66	60	37	2	2192	
5	ФЛ.9120	Опора вала	46	17536	1	1	17536	1,5	25,69	72	80	59	2	8768	
6	ФЛ.9121	Корпус	10,2	4384	1	1	4384	0,9	3,97	60	70	50	2	2192	
7	ФЛ.9122	Сектор	12,3	4384	1	1	4384	2,0	8,84	90	80	65	2	2192	
8	ФЛ.9123	Стакан	25,3	8768	1	1	8768	1,0	8,39	89	48	52	4	2192	
9	ФЛ.9121	Петля	18,9	8768	1	1	8768	1,0	8,78	40	35	50	4	2192	
10	ФЛ.9125	П'ята стріли ліва	15,9	4384	1	1	4384	1,0	4,42	60	60	65	4	1096	
11	ФЛ.9126	Гвинт	6,5	8768	1	1	8768	0,8	7,01	35	42	38	4	2192	
12	ФЛ.9127	Вилка	34,5	17536	1	1	17536	0,7	12,47	50	60	55	4	4384	
13	ФЛ.9128	Рукоятка	26,3	17536	1	1	17536	1,6	27,51	65	80	70	4	4384	
14	ФЛ.9129	Брусок	10,3	4384	1	1	4384	1,7	7,37	80	65	75	4	1096	
15	ФЛ.9130	Шток	8,5	8768	1	1	8768	2,1	18,50	80	72	85	4	2192	
Всього			127	140288										42320	

Піготовлення стрижнів використовуємо стрижневу лінію Л16Т (Л9128Б5). Приймаємо брак стрижнів рівним 5%.

Кількість машин розраховуємо за формулою [2]:

$$N = V_p * K_n / (F_d * q), \quad (3.12)$$

де V_p – річна кількість зйомів, шт;

K_n – коефіцієнт нерівномірності в роботі машини;

F_d – дійсний фонд часу, год;

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

q – продуктивність машини, зйомів/год;

$$N=(42320*0,95)/(3680*110)=0,15$$

Результати розрахунків приведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 - Розрахунок кількості стрижневих машин

Група стрижнів	Дільниця стрижневого	Потрібна кількість				Тип стрижнєвої машини, лінії	Продуктивність стрижнєвої лінії, зйомів/год	Кількість стрижневих ліній		Коефіцієнт завантаження
		Стрижнів		Зйомів				ЗА розрахунком	Прийнята	
		За рік	За годину	За рік	За годину					
1		140288	281	42320	83	Л16Т (Л9128Б5)	110	0,15	1	0,15

3.5 Сумішоприготувальне відділення

При виготовленні виливків методом лиття в разові піщано-глинясті форми якість і склад формувальних сумішей є одним з основних факторів одержання виливків із заданими властивостями.

При розрахунку сумішоприготувального відділення загальні витрати суміші на річну програму визначаються за даними споживання суміші формувального та стрижневого відділення з урахуванням 10...15% на втрати при транспортуванні, формуванні та інше.

Оскільки стрижневу суміш перебачено готувати безпосередньо у стрижневому відділенні, тут проводиться розрахунок виключно по витраті формувальної суміші.

Загальні витрати формувальної суміші визначаємо з розрахунку формувального відділення, виходячи з об'єму і кількості форм, які

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

виготовляються протягом року для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами та стрижнями.

Рохрахунок витрат формувальної суміші в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 - Розрахунок витрат формувальної суміші

Внутрішні розміри опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м ³	Розрахований об'єм, м ³				Розраховані витрати єдиної суміші, т/рік
				Усіх форм	У тому числі			
					металу	стрижнів	суміші	
1200x800x250/200	3000	32151	0,43	13825	484,82	761,86	12605,35	20046,25

Розрахунок формувальної суміші на програму в неущільненому стані ведеться за формулою:

$$P_{HY} = 0,757 * P_U, \quad (3.16)$$

де P_{HY} – кількість суміші в неущільненому стані, м³;

0,75 – коефіцієнт переходу від масових до об'ємних величин з урахуванням ущільнення суміші;

P_U – кількість ущільненої суміші на річну програму, т.

$$P_{HY} = 0,757 * 20046,25 = 15175 \text{ м}^3$$

Кількість змішувачів для сумішопріготувального відділення визначаємо за формулою:

$$Z = P_{HY} * K_n / \Phi_D / q \quad (3.14)$$

де P_{HY} – річна, кількість неущільненої суміші, т;

q – продуктивність змішувача, т/год.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z = 15175 \cdot 1,1/3600/4 = 3,4$$

Таблиця 3.12 Змішувачі

Змішувачі				
тип	Продуктивність, м ³ /год	Кількість		Коефіцієнт завантаження, К _з
		Розраховано	Прийнято	
15111	4	3,4	4	0,86

Механізми змішування в чашах синхронно обертаються в протилежні боки, перемішують матеріали і передають їх з однієї чаші в іншу. Компоненти для приготування суміші безперервно завантажують у праву чашу, де вони потрапляють під дію плужків 3 і переміщуються до котків, а далі плужками подаються до бокової поверхні чаші.

Під дією відцентрових сил у місці спряження обох чаш суміш переноситься в ліву чашу змішувача, а потім повертається в праву. Проте з лівої чаші в праву суміш повертається в дещо меншій кількості. Кількість суміші, яка не повертається за кожний оберт змішувального механізму.

3.6 Відділення лиття за моделями, що витоплюються

Модельна дільниця

На модельній дільниці готують модельну суміш, виготовляють моделі виливків та елементів ливникових систем, а також здійснюють складання моделей у блоки. Виготовлення модельної суміші полягає в регенерації звороту, розплавленні та змішуванні свіжих модельних матеріалів та звороту, фільтруванні отриманої суміші та її охолодженні до мінімально прийнятної температури, за якої модельна маса знаходиться у прийнятно рухливому стані. Для виготовлення моделей, що витоплюються, використовуємо модельну суміш ПС 50-50, яка містить в собі парафін високоочищений марки В (ГОСТ 16960-71) і стеарин технічний I сорту (ГОСТ 6484-67) у співвідношенні 1:1.

Перелічені операції виконуємо на установці для виготовлення модельної суміші моделі 652А.

Визначимо річну потребу модельної суміші, кг:

$$M_c = 1,05 * 1,1 * 1,2 * Q_p * (Y_c / Y_m), \quad (3.7)$$

де 1,05; 1,1; 1,2 – коефіцієнти, що враховують витрати суміші, брак та поломки, а також коефіцієнт запасу відповідно;

Q_p – маса рідкого металу, необхідного для виконання річної програми, кг;

Y_c – густина модельної суміші і рідкого металу відповідно, г/см³;

$Y_m = 0,925$ г/см³, $Y_{ст} = 7,9$ г/см³.

$$M_c = 1,05 * 1,1 * 1,2 * 2826100 * (925 / 7900) = 458\ 286 \text{ кг}$$

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість устаткування знаходимо за формулою:

$$N=(M_c * K_H) / (\Phi_d * q), \quad (3.8)$$

де M_c – річна потреба в модельній суміші, кг;

q – продуктивність, л/год.;

Φ_d – дійсний фонд часу, год.

$$N=(458\ 286 * 1,2) / (3720 * 300) = 0,73$$

Приймаємо 1 установку приготування модельної суміші моделі 652А.

Для визначання устаткування для виготовлення моделей потрібно знати річну потребу в моделях, розрахунок річної кількості моделей наведено в таблиці

Таблиця 3.13

Індекс	Код деталі	Найменування деталі	Кількість вилітків на роботу програму	Кількість моделі у пресформі, шт	Кількість зйомів	Кількість зйомів з урахуванням браків
1	ФЛ.9102	Водило	19627	2	9814	10795
2	ФЛ.9104	Втулка	19627	2	9814	10795
3	ФЛ.9106	Втулка разборная	78508	6	13085	14393
4	ФЛ.9107	Кришка	78508	6	13085	14393
5	ФЛ.9109	Хомут	39254	4	9814	10795
6	ФЛ.9111	Корпус клапана	78508	6	13085	14393
7	ФЛ.9114	Заглушка	78508	6	13085	14393
8	ФЛ.9101	Фланець 1	78508	6	13085	14393
9	ФЛ.9103	Диск зчеплення	39254	4	9814	10795
10	ФЛ.9105	Упор	39254	4	9814	10795
11	ФЛ.9108	Фіксатор	78508	6	13085	14393
12	ФЛ.9110	Муфта регулювальна	39254	4	9814	10795
13	ФЛ.9112	Кольцо форсуночное	39254	4	9814	10795
14	ФЛ.9113	Валик привода	117762	10	11776	12954
15	ФЛ.9115	Переходник	78508	6	13085	14393
					Всього	189270

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Кількість устаткування знаходимо по формулі:

$$N=(N_{\text{зап}}*KH)/(Фд*q), \quad (3.9)$$

де $N_{\text{зап}}$ – кількість записовок;

q – продуктивність;

$Фд$ – дійсний фонд часу, год.

$$N=(189270*1,2)/(3720*125)= 0,48$$

Приймаємо одну установку 652А, яка буде запресовувати до прес-форм модельний склад.

3.7 Дільниця виготовлення керамічних форм

На цій дільниці послідовно виконуються такі операції: підготовка матеріалів покриття, готування покриттів, нанесення їх на модельні блоки, сушіння кожного шару, виплавлення модельної суміші, встановлення керамічних форм в опоки чи контейнери, засипання їх наповнювачем, прожарювання форм та підготовка їх до заливання.

Потрібна кількість суспензії складає, кг:

$$M_o=0,6*Q_p, \quad (3.10)$$

де Q_p – маса придатних виливків на річну програму, кг.

$$M_o=0,6*145142=87085,2 \text{ кг або } 62203,7 \text{ л}$$

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для приготування суспензії застосовуємо установку моделі 63431.

Визначаємо кількість установок:

$$N=(62203,7 *1,2)/(3720*25)=0,8$$

Приймаємо 1 установку.

Для виготовлення керамічних оболонок модельні блоки занурюють в суспензію і на поверхні отримують тонку суцільну плівку суспензії, яку негайно обсипають піском.

Обсипка блоків моделей здійснюється після нанесення кожного шару суспензії в піскосипах, які утворюють псевдокиплячий шар піску. Кількість піскосипів відповідає кількості шарів суспензії і також дорівнює 5. Піскосипи мають 700 мм в діаметрі та висоту 500 мм.

Наносимо п'ять таких шарів, кожний з яких після нанесення сушимо.

Для виготовлення форм застосовуємо автоматичну лінію моделі 6А63

Таблиця 3.14 Річна кількість блоків

Індекс	Код деталі	Найменування деталі	Кількість моделей на річну програму, шт	Кількість моделей у блоці, шт	Кількість блоків, шт
1	ФЛ.9102	Водило	19627	6	3271
2	ФЛ.9104	Втулка	19627	6	3271
3	ФЛ.9106	Втулка разборная	78508	10	7851
4	ФЛ.9107	Кришка	78508	10	7851
5	ФЛ.9109	Хомут	39254	8	4907
6	ФЛ.9111	Корпус клапана	78508	10	7851
7	ФЛ.9114	Заглушка	78508	10	7851
8	ФЛ.9101	Фланець 1	78508	10	7851
9	ФЛ.9103	Диск зчеплення	39254	8	4907
10	ФЛ.9105	Упор	39254	8	4907
11	ФЛ.9108	Фіксатор	78508	10	7851
12	ФЛ.9110	Муфта регулювальна	39254	8	4907
13	ФЛ.9112	Кольцо форсуночное	39254	8	4907
14	ФЛ.9113	Валик привода	117762	20	5888
15	ФЛ.9115	Переходник	78508	10	7851
Всього					91920

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Для розрахунку кількості автоматичних ліній розраховуємо річну потребу блоків. Розрахунок наведено у табл. 3.14

Кількість ліній складає:

$$N=(N_6 \cdot KH)/(\Phi D \cdot q), \quad (3.11)$$

де N_6 – кількість блоків на річну програму, шт.

$$(91920 \cdot 1,2)/(3720 \cdot 100)=0,29$$

Приймаємо 1 лінію.

Витоплювання модельної композиції з керамічних форм проводиться в гарячій воді при температурі 90...100 °С. Процедура відбувається у ванні марки 671М, яка входить до складу лінії виготовлення оболонкових форм.

Таблиця 3.15 – Розрахункова відомість устаткування відділення точного

Устаткування	Операції що виконуються	Продуктивність	Кількість		Кз
			розрахована	прийнята	
Установка моделі 652А	Приготування модельного складу	300/год	0,73	1	0,73
Модельний автомат 6А54	Виготовлення модельних ланок	125 ланок/год	0,48	1	0,48
Установка 63431	Приготування вогнетривкої суспензії	25л/год	0,8	1	0,8
Лінія 6А63	Нанесення покриття, сушка покриття, підрізка, витоплювання модельної суміші	100 блоків/год	0,29	1	0,29

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

4.1 Майстерні для ремонту модельно – опочної оснастки

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачені модельники і слюсарі із розрахунку один робочий на випуск 4...5 тисяч тонн придатного литва за рік.

Дільниця займає площу – 27 м³.

4.2 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів

Допоміжних матеріалів, зберігаються у цехових коморах різні інструменти, запасні частини устаткування, спецодяг який видають за потребою робітників. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі, зазвичай у кутках цеху. Площа комор прийнята 2,5 м³ на 1000 т випуску литва за рік. Їх площа складає 37,5 м³.

4.3 Ремонтно – механічна майстерня

Ремонтна служба цеху (служба механіка і енергетика) яка виконує малий і середній ремонт устаткування, а також ремонт інструменту, оснастки, автоматики. Ремонтні служби цеху виконують тільки міжремонтне обслуговування. Площа цехових служб механіка і енергетика для потужності цеху, що проектується дорівнює 300 м². Це оптимальна площа для зосередження ремонтних сил у будівлі.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кориткін Б.В.			ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ		
Перевір.		Шейко О.І.					
						42	130
Н. Контр.		Лютий Р.В.			НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
Затверд.							

У процесі розроблення креслень розміри площ уточнюються в залежності від планування, таким чином на розміри площі цеху залежить кількість агрегатів та розмір між колоного розбігу. Оскільки серед устаткування є електричні печі, то площі цехової служби механіка і енергетика приймаються з коефіцієнтом 1,1...1,5.

4.4 Санітарна майстерня

Санітарна майстерня виконує функції, щодо підтримання у робочому стані водопроводу, каналізації, опалення і вентиляції цеху. Ця служба має чергових слюсарів а також розгалужену систему контролю роботи яка контролює системи за рахунок спеціалістів та системи безпеки. Вона є частиною системи автоматизованого управління цехом.

4.5 Електроремонтна майстерня

Електроремонтна служба доглядає за безперебійною експлуатацією печей, вибивних ґраток та іншого електрообладнання і освітлення цеху. У системі планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачено централізоване виконання службами цеху ремонту електротехнічного устаткування, КіПу яка забезпечує безпеку усієї атоматики розташованої на площі будівлі.

4.6 Цехові лабораторії

Цехові лабораторії призначені для оперативного контролю хімічного аналізу металу під час його плавлення, вона розташована у службово-адміністративному корпусі або поряд з цехом щоб робити перевірку сплаву як умога швидшею. Для поточного контролю якості формувальних матеріалів, формувальних і стрижневих сумішей також використовується лабораторія яка розташована у сумішоприготувальному відділенні цеху. Площа хімічної і

					ФЛ91.9104,1110.0000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спектральної лабораторії для цеху даної потужності складає – 72 м² , площа лабораторії формувальних матеріалів – 36 м² .

4.7 Складське господарство

Склади шихтових матеріалів мають ділянки приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва. Пісок на склад поступає у вагонах, які розвантажуються у спеціальні закрама, після розвантаження пісок подається на різні лінії та сумішо приготувальні машини. Для сушіння піску та глини на складі передбачена ділянка обладнана барабанними сушарками.

					ФЛ91.9104,1110.0000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ ВНУТРІШНЬОГО НАЗНАЧЕННЯ

Внутрішній транспорт повинен забезпечувати багаторазове переміщення великої кількості різних вантажів, тому транспортні операції мають важливу складову виробничого процесу.

Ливарний комплекс, що проектується, має склад шихтових матеріалів який має обслуговується мостовими кранами, які обладнуються магнітними шайбами, та звичайними тросами з гаками за допомогою, яких проводиться завантаження, та розвантаження металічної шихти у добові бункери, а також грейферами які дозволяють працювати з сипкими шихтовими матеріалами, які доставляють у добові бункери.

Кількість кранів, що обслуговують склад шихтових матеріалів, плавильне відділення, дільниці формування та склад формувальних матеріалів, а також відділення фінішних операцій буде обрано в місцях найбільшої потреби які будуть там використовуватися .

Для складу шихтових та формувальних матеріалів було обрано два мостових крани вантажопідйомністю 10/5 тонн, для обслуговування цих дільниць.

Для плавильного відділення обрано мостовим краном вантажопідйомністю 5 тонн який буде використовуватися для транспортування матеріалів на цій дільниці.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення вилітків до 200 кг, обслуговує електрокар який забезпечує потреби відділення. Відділення фінішних операцій також використовує електрокар який задовольняє потребу відділення, для встановлення крупних стрижнів та складання .

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.			ЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ ВНУТРІШНЬОГО НАЗНАЧЕННЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.					45	130
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.			НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп			
<i>Затверд.</i>								

Транспортування піску та порошкоподібних матеріалів відбувається пневмотранспортом; для подачі стрижневих та формувальних сумішей до місць виготовлення форм та стрижнів – стрічкові конвеєри; Виливки після вибивання подаються за допомогою пластинчастого конвеєра; для транспортування і складання стрижнів використовуються підвісні конвеєри.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

У сталеливарному цеху використовують електроенергію у великій кількості тому розрахунок витрат електроенергії дуже важливий для проектування цеху, також використовується стиснуте повітря, газ, воду, теплоносії.

Електроенергію в ливарному цеху використовують на технологічні потреби, силові установки, освітлення та слабкострумове господарство та ін., пребори.

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (6.1)$$

де W – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

W_T – річні витрати електроенергії на потреби технологічного сегменту, кВт · год;

W_c – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (6.2)$$

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА					
<i>Розроб.</i>	Кориткін Б.В.							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Шейко О.І.							47	130	
<i>Н. Контр.</i>	Лютій Р.В.							НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
<i>Затверд.</i>										

де: W_T – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавку металу, термічне оброблення), кВт · год.

P_T – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби при виробництві 1 т. придатного литва, кВт · год.

G_T – річний випуск придатного литва, т / рік.

$$W_T = 800 \cdot 5000 + 450 \cdot 5000 = 2,65 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють:

$$W_C = 1100 \cdot 5000 = 2,75 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розрахунок витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_0 = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_0,$$

де: W_0 – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

g – витрати електроенергії за 1 год. На 1 м² площі цеху (для виробничих відділень $g = 15...18$ Вт) для складських приміщень – $g = 8...10$ Вт і для побутових приміщень – $g = 8$ Вт);

F – освітлювальна площа, м² ;

Φ_0 – річна кількість годин освітлювального навантаження (при нормі роботи - $\Phi_0 = 2300...2500$ год.), тоді:

$$W_0 = 0,001 \cdot (10480 \cdot 17 \cdot 2400 + 1240 \cdot 8 \cdot 2400) = 42,6 \cdot 10^7 = 42,6 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = (2,65 \cdot 107 + 2,75 \cdot 107 + 42,6 \cdot 104) \cdot 1,05 = 6,5 \cdot 107 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок стиснутого повітря на річну програму, з урахуванням питомих витрат на 1 тонну, за формулою:

$$Q_{\text{в}} = 1,5 \cdot \text{д} \cdot G_{\text{р}}, \quad (6.4)$$

де: $Q_{\text{в}}$ – річні витрати стиснутого повітря на річну програму, м^3 .

д – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м^3 .

$G_{\text{р}}$ – випуск виливків за рік, т;

1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі

$$Q_{\text{в}} = 1,5 \cdot 800 \cdot 5000 = 300 \cdot 105 \text{ м}^3$$

Витрати водних ресурсів, для приготування формувальної і стрижневої суміші визначаємо за формулою:

$$V_{\text{в}} = y \cdot P_{\text{ну}} / 100 \quad (6.5)$$

де: $V_{\text{в}}$ – витрати води на рік, м^3 ;

y – процент вологи у суміші, %;

$P_{\text{ну}}$ – річні витрати не ущільненої суміші, т/рік.

$$V_{\text{в}} = 5 \cdot 15383 / 100 = 769,1 \text{ м}^3$$

Витрати водних ресурсів на технологічні потреби визначаємо, за формулою:

$$V_{\text{в. т.}} = P_{\text{н.в.}} \cdot G_{\text{р}},$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: Рн.в. – норми витрат водних ресурсів на технологічні потреби на 1 т литва, м³ ;

G_p – річний випуск виливків, т;

$$V_{в. т.} = 13 \cdot 5000 = 325000 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

Норми витрат водних ресурсів на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 50 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину (при роботі душових кабінок– 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1 м² за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_{б} \cdot q, \quad (6.6)$$

де: V_б – площа будівлі (V_б = 131000 м³);

q – кількість теплоти для опалення будівель (q = 60...130Вт/м³).

Приймаємо q = 95 Вт/м³ ;

$$G = 131000 \cdot 95 = 1,2445 \cdot 10^7 \text{ Вт}$$

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до 150 °С пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: (при цьому приймаємо, що 1 м³ природного газу дорівнює 1,17 кг умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_{г} \cdot G_{p}, \quad (6.7)$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $q_{г}$ – кількість умовного палива (газу) на тонну литва ($q_{г} = 140...170\text{м}^3$) приймаємо 155 м^3 ;

G_p – маса придатного литва на рік, кг

$M = 1,17 \cdot 155 \cdot 5000000 = 906750000\text{ кг/рік} = 906750\text{ т умовного палива за рік.}$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

7.1 Елементи конструкції будівлі

Майданчик для цеху, що проектується, розташовано в м. Києві, де розрахункова температура у літній час 20°C, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6°C. У зимній період температура доходить до -20°C. Термін опалювального сезону - 150 днів в рік. Глибина промерзання ґрунту в м. Київ досягає 1 м.

7.2 Архітектурна частина

Розміщення обладнання спроектованого цеху забезпечують поточність і режим роботи виробництва, повинно відбуватися за всіма нормами охорони праці та пожежної безпеки. Будівлю було вирішено побудувати одноповерховою прямокутної форми по стандартам будівництва цехів. Побутові та адміністративно-побутові приміщення розташовано в прибудові в два поверхи, які примикають до будівлі цеху. Висота будівлі цеху складає 14,4 м. Фундамент закладено на глибині, виходячи з умов промерзання ґрунту, прийнята наступна:

- зовнішні фундаменти – 1,25 м;
- внутрішні фундаменти – 1 м.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	БУДІВЕЛЬНА ЧА- СТИНА					
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.							52	130
<i>Н. Контр.</i>		Лютый Р.В.						НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
<i>Затверд.</i>										

7.3 Будівельні конструкції

Фундамент спроектованого цеху зроблений з розрахунком на залізобетон який є основним матеріалом для підлоги, під колонами виконано підосви фундаменту у вигляді башмаків із залізобетону. Площа підосви залежить від навантаження на колону та тиску на ґрунт який дорівнює 25 м².

Стіни спроектованого цеху великопанельні, спираються на фундаментні балки. Товщина навантажених стін 380 мм, а внутрішніх 300 мм. Стіни виготовлені з бетону і армовані залізними арматурами. Перегородки окремих ділянок цеху виконано із піноблоків та червоного каменю, це найвигідніша композиція.

Колони проектується із залитого бетону у залізну конструкцію. Колони, на які встановлено кран-балки повинні виконуватися перерізом 400x600 мм. Крок колон у виробничому відділенні для зовнішніх 6 м, а внутрішніх 12 м.

Для природного освітлення будівлі цеху в зовнішніх стінах та криші виконуються світлові прогони із композиційних матеріалів. Розміром 4000x3600 мм. Для освітлення всієї площі освітлення за допомогою ліхтарів прямокутної форм. У комплексі встановлюються двері з висотою 2,8 м. Ширина одностулкових дверей складає 0,9 м, а двостулкових – 1,5 м. Розміри воріт для автомобільного транспорту – 4x4,2 м, а на залізничній лінії – 4,7x5,6 м.

Підлогу виконуємо залежно від призначення ділянки. Плавильне відділення - чавунні плити; формувальне, стрижневе, сумішоприготувальне та відділення фінішних операцій – залізобетонні плити; склади, окрім засіків – залізобетонні плити, а для засіків –цементна підлога; залізничні шляхи – брусчатка на піску.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для покриття застосовуються залізобетонні плити марки БСЖ-1А з бетону марки 200. Кріплення до колон здійснюється шляхом зварювання закладних закладеної у залізобетонних конструкціях. На несучу залізобетонну конструкцію укладається настил із залізобетонних плит ПНН П-1 розмірами 3x12 м. Висота ребра 250 мм. На плити укладається утеплення з пінобетону товщиною 80 мм, як після обмазки цементом закладних швів і підготовлюють поверхню під покрівлю.

7.4 Побутові та адміністративні приміщення

До адміністративно-побутових приміщень ливарного комплексу відносяться гардеробні, душові, санвузли та інші не виробничі приміщення. До адміністративних приміщень: кабінети керівного персоналу цеху, ІТР, зали засідань. Побутові та приміщення контролю розміщеною у прибудові до виробничої будівлі. Каркас виконується з залізобетонних колон із розмірами 400x600 мм. Стіни, виконано з одношарових пінобетонних панелей. Перегородки влаштовуються з цегельних блоків. У приміщеннях з високою вологість стіни на всю висоту від підлоги (3 м) облицьовано плиткою.

Підлоги в побутових приміщеннях укладаються з керамічних рифлених плиток.

Площа гардеробних визначається кількістю шаф для збереження зберігання одягу. Нормами передбачено одну шафу для одного робітника (70 шаф). Розмір одинарної шафи 50x25 см, висота 1,65 м. Ширина проходу між закритими шафами не менше 1 м. Верхній одяг працівників контори, лабораторій і різних служб за узгодженням з органами санітарного нагляду може зберігатися на вішалці. Довжина вішалки визначається з розрахунку 5 гачків на 1 погонний метрах.

Душові розміщено в приміщеннях, суміжних із гардеробними. При душових передбачається приміщення для перевдягання, на кожен душ 3 місця довжиною 1,2 м і шириною 0,3 м.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ»

8.1 Загальна характеристика деталі

Деталь «Фланець» зазвичай використовуються попарно. Простіше кажучи, це кругла або квадратна кріпильна деталь, в яку вставляється труба або інші елементи трубопроводу. В іншій фланець вставляється наступна труба, після чого два кріпильних елемента стягуються болтами. Для цього по всьому зовнішньому периметру деталі передбачена велика кількість отворів.

Масово-габаритні характеристики вилівка;

- Висота – 247мм
- Діаметр - 200 мм
- Переважна товщина стінки 13 мм
- Маса - 4.9 кг

За масою відносимо його до 1 групи – дрібні вилівки (до 100 кг), а відносно до ливарного виробництва – до серійного. «Фланець» це деталь що працює з великими навантаженнями. Він працює з великими напруженнями що викликає стомленність матеріалу.

Забезпечення потрібних експлуатаційних властивостей деталей залежить також від якості вилівка, основними показниками якої є механічні властивості.

Конструкція литої деталі відповідає вимогам ливарної технологічності:

- геометрична форма та матеріал деталі сприяють отриманню необхідної кількості вилівоків з заданими експлуатаційними властивостями та точною геометрією;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Кориткін			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.				55	130
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.			НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
<i>Затверд.</i>							

- зовнішня поверхня вилівка забезпечує безперешкодне вилучення моделі з форми або прес - форми без необхідності застосування від'ємних частин або встановлення стрижня;

- мінімальні перешкоди для вільної усадки;

- максимально вирівняні товщини стінок, наявні раціональні форми різних переходів, спряжень, ребер жорсткості та інших конструктивних елементів, які сприяють зниженню внутрішніх напружень та усуненню дефектів усадкового характеру

8.2 Вибір сплаву та його характеристики

Нелегированная сталь для отливок используется для изготовления деталей, работающих при температуре до 450⁰С – корпусы, станины, тормозные диски, муфты, кожухи, шестерни, звездочки, вилки и другие изделия.

Таблиця 8.1 – Механічні властивості матеріалу 25Л

Властивість	Числове значення
Тимчасовий опір на розрив, σ в ,МПа	≥ 600
Відносне подовження, δ ,%	≥ 14
Твердість за Бринелем, НВ, од	≥ 400

Конструкція литої деталі повинна забезпечувати високий рівень її службових характеристик при заданій масі та точності конфігурації а також враховувати технологію її виготовлення, бути технологічною, тобто зручною для виготовлення та обробки.

Проаналізувавши даний вилівок за критеріями такими, як: маса вилівка, його габаритні розміри, конфігурація, товщина стінки, шорсткість поверхні, геометрична точність, вимоги до структури. Приводимо такі висновки що виробляти вилівок «Фланець» доцільно спеціальним видом лиття, як лиття по витоплювальним моделям.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

8.3 Сутність процесу лиття за моделями, що витоплюються

Процес ЛВМ включає в себе операції підготовки модельних складів, виготовлення моделей виливків і літників, обробки і контролю розмірів моделей, подальшої збірки в блоки. Моделі, як правило, виготовляють з матеріалів, що представляють собою багатокomпонентні композиції, комбінації восків (парафіно-стеаринова суміш, природні тверді воски і т.д.).

При виготовленні модельних складів використовується до 90% повернення, що збирається при виплавлення воскових моделей з форм. Повернення модельного складу слід не тільки освіжати, а й періодично регенерувати.

Виготовлення моделей складається з таких етапів:

- підготовки прес-форм;
- ведення в її полості модельного складу;
- видержки моделі до затвердіння;
- розборки форми та вилучення моделі;
- охолодження її до кімнатної температури;

Сутність ЛВМ полягає в тому, що силіконова або воскова модель виплавляється з заготовки шляхом нагрівання, а простір, що звільнився заповнюють металом (сплавом). Техпроцес має ряд особливостей:

- при виготовленні формувальної суміші широко використовують суспензії, що складаються з вогнетривких дрібнозернистих матеріалів, що скріплюються сполучною розчином.

- для заливки металів (сплавів) застосовують нероз'ємні форми, одержувані шляхом нанесення на модель вогнетривкої покриття, його сушіння з подальшим витоплюванням моделі і прожарювання форми.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для виливків використовуються одноразові моделі, так як вони руйнуються в процесі виготовлення форм.

- завдяки дрібнозернистим вогнетривким пилоподібним матеріалами забезпечується досить висока якість поверхні виливків.

Переваги лиття за моделями що витоплюються

- універсальність , можливо використовувати будь-які метали і сплави для лиття виробів;

- отримання конфігурації будь-якої складності;

- висока чистота поверхонь і точність виготовлення. Це дозволяє на 80-100% скоротити обробку деталі.

Недоліки

Незважаючи на зручність, універсальність і гідну якість виробів, не завжди доцільно застосовувати лиття по виплавлюваних моделях. Недоліки головним чином пов'язані з наступними факторами:

- тривалість і складність техпроцесу виготовлення виливків;

- завищеної вартістю формувального матеріалу;

- великим навантаженням на екологію.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.4 Розрахунок припусків на механічну обробку

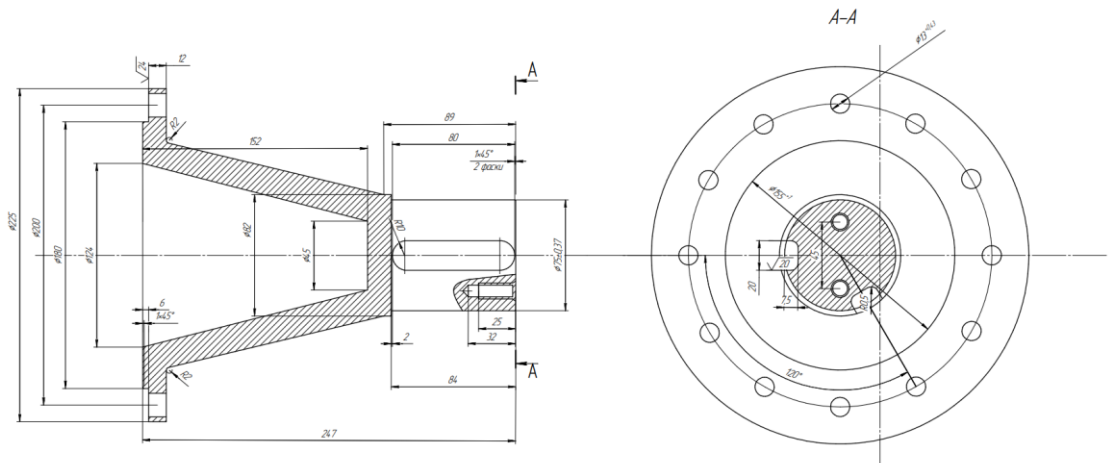


Рисунок. 8.1 Виливок «Фланець»

Таблиця 8.2 Припуски на механа обробку

Вихідні дані	
Найменування деталі	Фланець
Маса деталі кг,	4,9
Габаритні розміри деталі мм,	247Ø225
Матеріал, термооброблення	40Л
Спосіб лиття	Лиття по витоплювальним моде- лям
Норми точності виливка за ГОСТ 26645-85	
Клас розмірної точності виливка	9Т
Ступінь жолоблення виливка	3
Ступінь точності поверхонь	7
Клас точності маси виливка	7
Ряд припусків	2-3
Шорсткість поверхні, Ra	6,3
Номінальні розміри, мм	
Ø75	247
Допуски розмірів виливка, мм	
1,8	2,2
Допуски форми та розміщення елементів виливка, мм	
0,2	0,4
Вид кінцевого механічного оброблення – чистове	

Точність виливки 9Т-3-7-7 ГОСТ 26645-85

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

8.5 Розрахунок ливникової системи

Особливості ливниково-живильна система при литті по витоплювальним моделям складається у тому, що вона виконує три ролі:

- 1) у процесі виготовлення блока моделей і оболонки ливарної форми, ливникова система є нусучою конструкцією, яка утримує на собі моделі і оболонку;
- 2) у процесі заливки вона представляє собою систему каналів, через яку метал підводиться к виливку;
- 3) в період затвердіння виливка ливникова-живильна система, яка як правило, виконує роль прибутку.

Правильно сбудованна ливниково-живильна система повинна відповідати наступним вимогам:

1. Забезпечити добре заповнення форми металом якісно питати виливок у процесі їх затвердіння;
2. Сприяти отриманню виливків з точними розмірами, без поверхневих дефектів (засмічень, шлакових включень);
3. Забезпечувати технологічність блока моделей у виливок на всіх операціях технологічного процесу;
4. Забезпечувати найбільший вихід придатного литва і високу продуктивність процесу;

Ливникова система складається з воронки, стояк, колектор, живильників і в окремих випадках випар.

Ливникова воронка служить для прийняття струї металу із ковша і направляти її у стояк.

Стояк – вертикальний канал, передавальний метал при заливці у другі канали ливниково-живильної системи. Стояк часто виконує роль живильника.

Зумпф – нижня дільниця стояка, розташований нижче колектора або живильників, служать для пом'якшення удара струму металу у деякій

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ступені у якості шлаковловлювача.

Колектор – ливниковий канал, з'єднаний з стояком. Метал із стояка поступає у колектор, звідки через живильники заповнює порожнечу у формі. Колектори у багатьох випадках грають роль прибутків для живлення масивних вузлів виливка. Їх виготовляють у виді прямолінійних брусків, дисків, циліндрів.

Живильник – короткий канал ливниково-живильної системи, яких передає метал із стояка або колектора безпосередньо у порожнечу форми і одночасно виконуючи з'єднувач між масивною частиною виливки, стійкою або колектором.

Випори – канали, які виконують видалення газів і повітря при заливці форми. Випори вживають також для полегшення видалення модельного складу при виплавленні моделей.

8.6 Ливниково-живильна система

Типи літніково-живлять систем За способом підведення металу н харчування виливків літггіково-живлять системи можна розділити на три типи.

I тип - метал підводиться в товсті частини виливків; живління масивних вузлів виливків здійснюється від стояка або колектора.

II тип - метал підводиться в тонкі стінки виливків; живління масивних вузлів здійснюється від місцевих прибутків.

III тип - комбінований; живлення масивних вузлів виливків здійснюється від стояка (або колектора) і від місцевих прибутків.

Заповнення ливарної форми металом може здійснюватися зверху, знизу (сифоном), збоку або комбіггіровагтно.

Литниково-живлять системи I типу набула найбільшого розповсюдження для виливків вагою до 1,5 кг зі сталі і мідних сплавів. При цих системах створюються сприятливі умови для спрямованого затвердіння виливків і отримання щільних литих виробів.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліком литниково-живильних систем I типу є відсутність елементів, що затримують шлак (шлакоуловлювача), і елементів, регулюючих швидкість заповнення форми.

Однак застосування спеціальних чайникових розливних ковшів і інших заходів; запобігають потраплянню шлаку в форму, дозволяє одержувати виливки без шлакових включень. Швидкість заповнення форми металом зазвичай регулюється розмірами стояків і колекторів.

Конструкція ливниково-живильної системи, наведена на мал.2, є найбільш простою та технологічною. Така система поширена у дрібному виробництві виливків з одним або двома вузлами живлення. Литниково-живильна системи з живленням від циліндричних або кільцевих колекторів (мал. 2, б, в) застосовують для виливків з більш складною конфігурацією з метою збільшення виходу придатного литва і кращого використання обсягу форми в порівнянні з живленням безпосередньо від стояка.

Литниково-живлять системи II і III типів застосовують при виготовленні складних виливків з великими габаритними розмірами. Метал зазвичай підводять знизу (сифоном). Місцеві прибутку встановлюють над масивним вузлами виливки, коли харчування важко здійснити від стояка або колектора. Сифонне заповнення форми дозволяє отримувати якісні виливки порівняно великих габаритів з різних сплавів, в тому числі зі сплавів, чутливих до утворення окисидних включень.

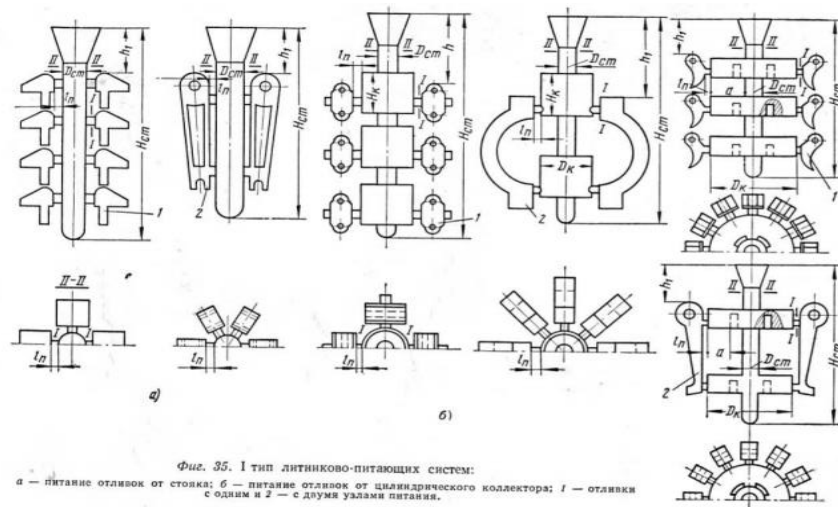


Рисунок. 8.2 Типи литників

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ				

Розрахунок ливникової системи виконуємо за методом що запропонував М.Л.Хенкіна. (Метод розрахунку за допомогою номограм) Основні розміри елементів ЛС наведено у таблиці

Таблиця 8.3 Основні розміри ливникової-системи

Назва	Значення	Одиниці вимірювання
L жив	8	мм
D ст	60	мм
Джив	12	мм
Нприб	60	мм

8.7 Розрахунок розмірів моделі та пресформи

Модель робиться для одержання в ливарних формах конфігурації, яка відповідає розмірам виливка..

Лиття за моделями, що витоплюються виготовляються в прес-формах, внутрішня порожнина яких заповнюється модельним складом.

Процес виготовлення моделі складається з операцій:

- початок роботи з прес – формою;
- виставлення стержня,
- заповнювання модельною масою;
- охолодження моделі;
- видалення моделі з прес – форми.

Розміри моделі повинні бути більше розмірів виливки для того щоб розмір ливарної усадки був врахований у розмір моделі. Тому для розрахунку розмірів моделі слід використовувати формулу

$$a_{\text{мод}} = a_{\text{вил}} + \frac{a_{\text{вил}} \cdot y}{100}, \text{ мм} \quad (8.1)$$

де $a_{\text{мод}}$ - розмір моделі в, мм

$a_{\text{вил}}$ - розмір виливки, мм

y – ливарна усадка модельного складу

$$A_{\text{мод}} = 75 + \left(\frac{75 \cdot 0,8}{100}\right) = 75,6 \text{ мм}$$

$$A_{\text{мод}} = 225 + \left(\frac{225 \cdot 0,8}{100}\right) = 226 \text{ мм}$$

$$A_{\text{мод}} = 82 + \left(\frac{82 \cdot 0,8}{100}\right) = 82,656 \text{ мм}$$

$$A_{\text{мод}} = 124 - \left(\frac{124 \cdot 0,8}{100}\right) = 123,008 \text{ мм}$$

$$A_{\text{мод}} = 45 + \left(\frac{45 \cdot 0,8}{100}\right) = 44,64 \text{ мм}$$

8.8 Розміри порожнини прес-форми

Прес-форму проектують на підставі креслення виливки, який складає технолог-ливарник за кресленням деталі. На кресленні виливка вказується лінія роз'єму прес-форми, припуски на обробку, місце підведення металу, розмір литників і технічні вимоги, що пред'являються до відлівки (живильник слід підводити до оброблюваного місцем виливки).

Якщо передбачається багатогніздова прес-форма необхідно давати креслення секції моделей. При розробці креслення секції слід враховувати можливість розміщення до моделей в одній секції. Відстань між крейдами моделями не повинно перевищувати 5-6 мм. Конструкція блоку повинна забезпечувати його міцність, надійне живлення виливків, можливість відділення деталей від стояка.

При виготовленні литих прес-форм пі еталону повинен бути складений його креслення.

Розміри робочих порожнин прес-форми повинні враховувати усадку модельного складу, розширення оболонки при прожаренні та усадку металу виливка.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До теперішнього часу немає ще способів розрахунку порожнин пресформ, якіб гарантували отримання виливків з розмірами, що відповідають кресленням, так як коефіцієнти усадки модельного складу та металу, а також коефіцієнт розширення оболонки є функцією дуже багатьох змінних величин. Для практичних цілей можна привести лише окремі узагальнені дані з різних джерел та зробити деякі рекомендації.

Слід зазначити, що сумарна усадка модельної маси та металу, як правило, більше, ніж величина розширення оболонки при прожарюванні. Усадку можливо умовно поділити на три групи: вільну, утруднену та змішану. Показані два зразки циліндр та втулка, на яких показані три групи усадок. Вільна усадка, в увідмінності від утрудненій, є найбільшою за абсолютним значенням і найменш стабільною.

На величину сумарної усадки впливають габаритні розміри виливки та розташування її при заливці. Зі збільшенням розмірів виливки сумарна усадка збільшується. Усадка більше при заливці в горизонтальному положенні в порівнянні з вертикальним розположенням виливка.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОЛЕСО»

Деталь “Колесо” виготовляється зі сталі 40Л, має масу 46 кг та габаритні розміри 440x440x195 мм.

За складністю конфігурації виливок відноситься до третьої групи – виливки середньої складності відкритої циліндричної форми.

За масою виливок відноситься до першої групи – дрібні виливки (до 100 кг).

Деталь “Колесо” має важливе призначення. Він є однією з головних частин механізму, який працює під статичним навантаженням.

Переважає товщина стінки 25 мм. Деталь має 5 наскрізних отворів, 4 ребра жорсткості. Також має фаски, які не виконуються литвом.

Для виливка “Колесо” вибираємо хімічний склад (табл.9.1) та механічні властивості (табл.9.2) сталі 40Л відповідно до ДСТУ 8781:2018

Таблиця 9.1 – Масова частка компонентів сталі 40Л

Елемент	C,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%
Рекомендований вміст,%	0,32...0,4	0,2...0,52	0,45...0,9	<0,05	<0,05

Таблиця 9.2 Механічні властивості сталі 40Л

Властивість	Числове значення
Границя міцності на розривання, МПа	≥ 491
Твердість, НВ	137...229

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко Р.В.				66	130
<i>Н. Контр.</i>		Лютій Р.В.			НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-91		
<i>Затверд.</i>							
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОЛЕСО»							

9.1 Спосіб виготовлення виливка

При виборі способу виготовлення виливка приймаємо до уваги серійність виробництва, технічні вимоги до виливка, розміри виливка та марку сплаву.

Згідно індивідуального завдання виливок виготовляємо литтям у разові піщані форми.

Враховуючи, що виливок «Колесо» відноситься до дрібного литва і виготовляється в умовах серійного виробництва, вибираємо вид технологічного процесу лиття в піщано-глинясті суміші по-сирому.

9.2 Обґрунтування положення моделі у формі та вибір площини рознімання моделі і форми

При виборі площини рознімання моделі (форми) керуємося наступними положеннями згідно з ГОСТ 3.1125-88:

- число роз'ємів повинно бути мінімальним та по можливості горизонтальним;
- весь виливок або його основну частину слід розміщувати в нижній півформі;
- оброблювані поверхні розміщувати в нижній частині або вертикально;
- забезпечити зручність, та надійність встановлення стрижнів;
- площина розніму моделі повинна забезпечувати легке вилучення моделі, без виконання відокремлюваних частин;
- забезпечити надійність та можливість контролю правильності складання;
- зручність підведення металу, забезпечення повного заповнення форм;
- забезпечити видалення газів, підведення металу і повного заповнення ним порожнини форми;

		—			ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-
- забезпечити направлене твердіння.

Керуючись даними правилами, вилівок розміщуємо в верхній і нижній півформах (тобто робимо роз’єм моделі і форми по осі). Таке положення зручне для підведення металу в порожнину ливарної форми та її повного заповнення,

встановлення стрижнів та для вилучення моделі.

Рознімання моделі і форми показуємо тонкою лінією, яка закінчується знаком "X - X", над якою показуємо позначення – МФ.

Положення вилівка при заливанні показуємо суцільною основною лінією, обмежену стрілками і перпендикулярною до лінії рознімання (рис. 9.1).

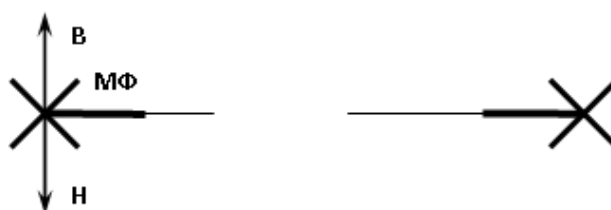


Рисунок 9.1 - Позначення лінії рознімання на кресленні

9.3 Припуски на механічне оброблення поверхонь вилівка

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибір зводимо до табл.9.3 та 9.4.

Таблиця 9.3 – Припуски на механічне оброблення поверхні вилівка

№	Найменування	Характеристика
1	Вид технологічного процесу	Лиття у піщані форми
2	Тип сплаву	Сталь 40Л
3	Маса вилівка, кг	46
4	Найбільший габаритний розмір, мм	440
5	Клас розмірної точності вилівка	8
6	Ступінь жолоблення вилівка	6
7	Ступінь точності поверхонь вилівка	13
8	Клас точності маси вилівка	5
9	Ряд припуску на механічне оброблення	12

Точність виливка 8-6-13-5 ГОСТ 26645-85.

Таблиця 9.4 – Припуски розмірів

Номинальний розмір, мм	∅440	∅410	195	115	∅95	20
Номер ряду припусків	6					
Допуски лінійних розмірів, мм	2,2	2	1,8	1,6	1,4	
Допуски форми для номінальних розмірів, мм	1,6	1,2	0,64	0,4	0,4	0,4
Загальний допуск для номінальних розмірів, мм	2	1,8	0,9	0,64	0,64	0,64
Вид кінцевого механічного оброблення, мм	напівчистове					
Загальний припуск, мм	3	2,8	1,8	1,4	1,4	1,4
Новий розмір, мм	∅446	∅405,6	197,6	117,8	∅92,2	21,4

Припуск на механічне оброблення, з урахуванням масштабу, зображуємо суцільною лінією чорного кольору. Значення припуску на механічне оброблення показуємо цифрою перед знаком шорсткості поверхні деталі.

9.4 Вибір меж стрижнів та розмірів знаків

Для формування внутрішніх порожнин виливка або заглибин і виступів на ньому використовують стрижні. Встановлення й фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою стрижневих знаків, конфігурація і розміри яких визначаються розмірами виливка і конфігурацією отворів, що оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ

3212-92.

В нашому випадку для виконання внутрішньої конфігурації виливка використовуємо три стрижні, відповідної конфігурації. Розміри знакових частин залежать від розмірів стрижнів, за допомогою яких будуть відтворюватись порожнини у виливку.

Формувальні ухили вказані на кресленні та в табл. 8.2.5.

Таблиця 9.5 – Розміри стрижневих знаків, формувальні ухили та техно-логічні зазори

Позначення стрижня	Довжина або висота стрижня, мм	Габарити стрижня (A+B)/2 або D, мм	Висота знака, мм		Довжина знака, мм	Зазор (h_1) $S_1=S_2$, мм	Кут α	Кут β
			h	h_1				
Ст. №1	294	95	60	–	–	–	7°	–
Ст. №2	690	380	43	70	35	0,5	5°	7°
Ст. №3	25	60	30	15	–	0,2	10°	15°

Стрижень та його знаки зображуємо суцільною тонкою синьою лінією. Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижнів, напрям рознімання стрижневих ящиків та напрям виведення газів із стрижнів згідно ГОСТ 3.1125-88.

9.5 Вибір типу та розрахунок розмірів опок

Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

Враховуючи габаритні розміри та масу виливка, а також розміщення елементів ливникової системи у формі розміщуємо два виливки (рис.9.2).

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

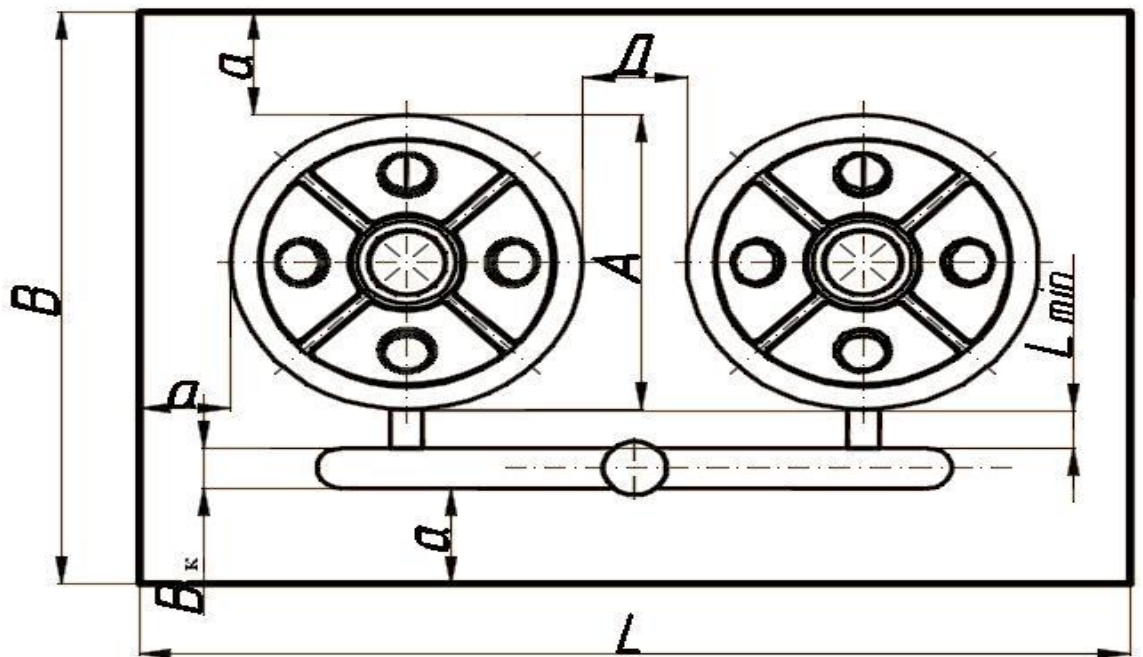


Рисунок 9.2 – Схема розміщення виливків у формі

9.6 Розрахунок розмірів опоки

Опока – пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, виконання під'ємно-транспортних операцій. Опока включає в себе: рамку, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи центрування та кріплення.

Таблиця 9.6 – Відстані від виливка до стінок опоки

Позначення	а	б	в	L_{MIN}	B_K	д
Рекомендовано, мм	20...50	30...60	50...75	50...80	20...30	30...80
Приймаємо, мм	50	60	75	60	30	70

Необхідні розміри опоки визначають розрахунком, виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками, між виливком та стінками опоки, необхідного шару суміші над і під виливком.

Довжина опоки розраховується за наступною формулою :

$$L = 2 \cdot a + 2 \cdot A + d, \quad (9.1)$$

де L – розрахункова довжина опоки, мм;

A – діаметр вилівка : $A = 440$ мм;

a – відстань від вилівка до стінок опоки, мм;

d – відстань між вилівками, мм

Підставляємо значення в формулу:

$$L = 2 \cdot 50 + 2 \cdot 440 + 70 = 1000 \text{ мм}$$

Ширина опоки дорівнює [6]:

$$B = 2 \cdot a + A + L_{\text{MIN}} + B_{\text{K}}, \quad (9.2)$$

де B – розрахункова ширина опоки, мм;

a – відстань від вилівка до стінок опоки, мм;

A – діаметр вилівка. $A = 440$ мм;

Підставляємо значення в формулу [6]:

$$B = 2 \cdot 50 + 440 + 60 + 30 = 630 \text{ мм.}$$

Висота нижньої опоки [6]:

$$H_{\text{нижн.оп.}} = H_{\text{нижн. мод.}} + v, \quad (9.3)$$

де $H_{\text{нижн. мод.}}$ – частина моделі вилівка , яка знаходиться в нижній опоці. $H_{\text{нижн. мод.}} = 163$ мм;

v – відстань від низа опоки до низа моделі: $v = 75$ мм.

Маючи значення, отримаємо:

$$H_{\text{нижн.оп.}} = 137 + 75 = 212 \text{ мм}$$

Відповідно з ГОСТ 15004-69, вибираємо литі опоки з розмірами ,мм :

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l \times b \times \frac{h_B}{h_H} = 1200 \times 800 \times \frac{200}{250}.$$

Маса опок, відповідно верхньої і нижньої, складає по 247 та 227 кг.

Центрування опок проводимо за допомогою центрувального і направляючого штирів.

Скріплення приливів опок проводимо за допомогою скоб. Транспортування опок, а також готових півформ виконуємо за допомогою цапф.

9.7 Розрахунок ливникової системи

Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи й місця підведення металу у форму

Ливниковою системою називається воронка для прийому металу і сукупність каналів, по яких підводиться рідкий метал до порожнини форми.

Призначення ливникової системи:

- забезпечити безупинну, рівномірну і спокійну подачу рідкого металу в порожнину форми;
- передбачити живлення виливка рідким металом під час його твердіння й усадки;
- затримання шлаку, піску й інших неметалевих включень у форму.

Однією з важливих умов отримання якісного виливка являється правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри нашого виливка, товщину стінки, а також масу, застосовуємо ливникову систему з сифонним підведенням металу.

Оскільки матеріал виливка сталь 40Л, то використовується гальмівна ливникова система. Формою перерізу живильника і шлаковловлювача приймаємо рівнобічну трапецію, а стояка – коло. Підведення металу до виливка здійснюємо так як показано на мал. 9.3.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

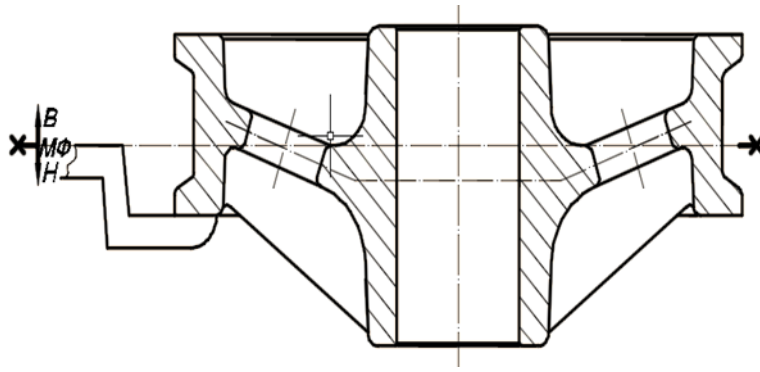


Рисунок 9.3 Схема підведення металу

Розрахунок надливів

Оскільки вилівок має теплові вузли, то для отримання якісного вилівка використаємо закриті півсферичні надливи прямої дії, що працюють під атмосферним тиском.

Щоб уникнути дефектів усадкового характеру у вилівку встановлюємо надливи. Їх необхідно становити над маточиною та над гребінем обода. Розміри та форму надливу №1 вибираємо згідно прикладів проектування живильно-ливнокової системи.

Розрахунок діаметру меншої основи надливу, за діаметр приймаємо висоту обода з гребенем:

$$d_H = 40 \text{ мм.}$$

де D_H – діаметр надливу, $D_H = 40$ мм.

$$H_H = 1,37 \cdot 40 = 55 \text{ мм}$$

Довжину надливу приймаємо:

$$L_H = 135 \text{ мм}$$

Радіус дії надливу визначається за формулою [6]:

$$R_d = \frac{B_H}{2} + (1,25 \dots 1,5) \delta_B, \quad (9.4)$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Підставляємо значення в формулу:

$$R_d = \frac{55}{2} + 1,5 \cdot 40 = 83 \text{ мм}$$

Об'єм надливу визначаємо за відомими формулами для розрахунку об'ємів тіл:

$$V_n = 0,095 \cdot 0,055 \cdot 0,04 + \pi \cdot 0,04^2 \cdot 0,055 = 0,00048 \text{ м}^3$$

Виходячи з розмірів вилівка та розрахованого радіусу дії надливу, для живлення термічного вузла необхідно використати чотири, розрахованих вище, надливи.

Розрахунок закритого надливу який працює під атмосферним тиском, який підживлює вертикальні стінки.

Об'єм вилівка який підживлюється:

$$V_v = (\pi \cdot 0,15^2 - \pi \cdot 0,095^2) \cdot 0,1 = 0,0042 \text{ м}^3$$

$$\beta = 0,08$$

Для сталі 40Л $\varepsilon_\Sigma = 0,049$.

Розраховуємо об'єм надливу:

$$V_n = \frac{0,049 \cdot 0,0042}{0,12 - 0,049} = 0,0028 \text{ м}^3$$

Радіус півсфери приймаємо $r_c = 67 \text{ мм}$

$$V_{nc} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 0,067^3}{3 \cdot 2} = 0,0012 \text{ м}^3$$

Об'єм надливу що приходиться на об'єм у вигляді труби :

$$V_T = V_n - V_{nc} \quad (9.5)$$

Обчислюємо формулу за отриманими значеннями:

$$V_T = 0,0028 - 0,0012 = 0,0016 \text{ м}^3$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішній радіус кільця приймаємо $r_3=70$ мм, внутрішній $r_b=30$ мм.

Розраховуємо висоту надливу:

$$h = \frac{0,0016}{\pi(0,07^2 - 0,03^2)} = 56 \text{ мм}$$

Вихідні дані та розрахунок площ елементів ливникової системи

Розрахунок ливникової системи починають з визначення площі найвужчого перетину – перетину живильників, а потім за прийнятими співвідношеннями визначають площі перетину шлаковловлювача та стояка.

Площа перетину живильників на один вилівок складає:

$$F_{\text{жив. вил.}} = \frac{Q_{\text{в}}}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \sqrt{H_p}}, \quad (9.6)$$

де $Q_{\text{в}}$ – маса виливків у формі, кг;

μ – коефіцієнт втрати, який характеризує загальний гідравлічний опір форми руху металу;

τ – тривалість заливання, с;

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

Масу виливка знайдемо за наступною формулою:

$$Q_{\text{в}} = (1,15 \dots 1,25) \cdot n \cdot Q_{\text{дет}} + n \cdot Q_{\text{над}}, \quad (9.7)$$

де n – кількість виливків у формі, шт.,

$Q_{\text{дет}}$ – маса деталі : $Q_{\text{дет}} = 46$ кг.

Підставляємо значення в формулу:

$$Q_{\text{в}} = 1,15 \cdot 46 \cdot 2 + 2 \cdot 37 = 179,8 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт витрат μ для виливків, які заливаються в суху форму, має значення $0,3 \dots 0,5$, приймаємо $\mu = 0,5$.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = \frac{C}{v}, \quad (9.8)$$

де C – висота виливка в положенні при заливанні, см;

v – середня швидкість підняття рівня металу в формі, мм/с. Оскільки виливок відноситься до IV технологічної групи то згідно таблиці 9.4. [7], $v=1,2$ см/с.

Обчислюємо формулу:

$$\tau = \frac{19,5}{1,2} = 16,25 \text{ с}$$

Розрахунковий металостатичний напір залежить від розміщення виливка у формі та визначається за наступною формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{C}{2}, \quad (9.9)$$

де H_0 – відстань від рівня металу у воронці до рівня введення в порожнину ливарної форми. $H_0 = 24,2$ мм;

C – висота виливка в положенні при заливанні. $C = 303$ мм = 30,3 см.

Підставляємо значення в формулу:

$$H_p = 24,2 - \frac{30,3}{2} = 9,2 \text{ см.}$$

Отримаємо значення площі перетину живильників на два виливка:

$$F_{жив.лив.} = \frac{179,8}{0,5 \cdot 16,25 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{9,2}} = 20,2 \text{ см}^2.$$

За конфігурацією та масою виливка приймаємо співвідношення елементів

ливникової системи:

$$\Sigma F_{жив.} : \Sigma F_{шл.} : \Sigma F_{ст.} = 1 : 1,1 : 1,3 = 20,2 : 22,2 : 26,3 \quad (9.10)$$

де $\Sigma F_{жив.}$ – сумарний перетин живильників, см²;

$\Sigma F_{шл.}$ – сумарний перетин шлаковловлювача, см²;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Sigma F_{ст.}$ - сумарний перетин стояка, см².

Розрахуємо розміри поперечного перетину живильника в певній послідовності. Для підводу металу у порожнину форми використовуємо один живильник найбільш у формі жолобу.

Випори використовуємо для виведення повітря та додаткового виведення газів з порожнини ливарної форми. Переріз випора в основі приймаємо 10 мм. Для одного виливка встановлюємо 1 випор.

Площа поперечного перетину одного живильника становить :

$$F_{жив.} = \frac{F_{жив.1вил.}}{2} \quad (9.11)$$

Підставляємо значення в формулу (4.9):

$$F_{жив.} = \frac{20,2}{2} = 10,1 \text{ см}^2$$

Розраховуємо мінімальний розмір перетину:

а) живильника

$$F_{жив.} = 10,1 \text{ см}^2$$

$$R_{жив.} = \sqrt{\frac{10,1 \cdot 2}{\pi}} = 25 \text{ мм}$$

б) колектора

$$F_{кол.} = \frac{22,2}{2} = 11,1 \text{ см}^2$$

$$R_{кол.} = \sqrt{\frac{11,1 \cdot 2}{\pi}} = 27 \text{ мм}$$

в) стояку

$$R_{ст.} = \sqrt{\frac{26,3}{\pi}} = 29 \text{ мм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахунок розмірів зовнішнього холодильника

Оскільки виліток в місці з'єднання маточини з диском утворюється тепловий вузол діаметром 50мм встановлюємо зовнішні холодильники між ребрами жорсткості, для запобігання утворенню дефектів усадкового характеру. Розрахунок площі перетину холодильника:

$$S_x = (0,5 \dots 0,8) \cdot \pi \cdot \frac{d_k^2}{4}, \quad (9.12)$$

де d_k - діаметр кола вписаного в термічний вузол, мм;

Підставимо значення в формулу (4.10):

$$S_x = 0,6 \cdot 3,14 \cdot \frac{50^2}{4} = 1178 \text{ мм}^2$$

Згідно цієї площі проектуємо холодильник складного перетину. Контур холодильника виступає від 25 до 30 мм за контур площини, яка охолоджується.

9.8 Формувальні та стрижневі суміші

Формування виливка відбувається при твердінні розплавленого металу в ливарній формі. При цьому розплав взаємодіє з поверхнею формийуній відбуваються складні механічні і фізико-хімічні процеси, які впливають на якість виливків.

Так, форма повинна опиратися тиску розплаву, не змінюючи своїх розмірів, витримувати високі температури, не розплавляючись, і не вступати в хімічну взаємодію з металом і газами, мати пористість, яка забезпечить вихід газів з порожнини форми, і запобігати утворенню газових раковин, відбирати тепло з розплаву і регулювати швидкість охолодження виливка.

Рецептура та властивості суміші

Вибір складу формувальної та стрижневої суміші, визначається способом формування і видом сплаву, який заливається в порожнину ливарної форми.

У цьому курсовому проекті для виготовлення форм застосовуємо формувальні суміші по-сирому, а для виготовлення стрижнів застосовуємо

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хімічнотвердну суміш. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в таблицю 9.7 та 9.8

Таблиця 9.7– Склад і властивості суміші для формування по-сухому

Вид суміші	Склад суміші, мас.%				Властивості		
	оборотна су- міш	кварцовий пі- сок	бентонітова глина	Крохмаль	Вологість, %	міцність при стиску, МПа	Вміст актив- ного бентоніту %
Єдина для машинного формування, струшування з пресуванням	88...92	7	5...4...0	0,04...0,08	5...4,0	0,05...0,07	5...5,5

Для підвищення термічної стійкості та можливості багаторазового використання суміші замість бентонітової глини використовуємо каолінову глину.

Таблиця 9.8 – Склад та властивості ХТС з смолою

Смола		верджувач		Властивості		
Марка	Вміст у суміші, %	вид	вміст у суміші, %	Міцність при розриві через 24 год	Живучість, хв	Мінімальний час твердіння, хв
Ф-65С	1,0...1,2	МС	1,3...0,5	1,3...1,5	5...6	До 40

Кварцовий пісок, який використовується у формувальній та стрижневій сумішах як наповнювач вибираємо за ГОСТ 2138-91.

Методи запобігання утворення пригару

Для запобігання утворенню пригару використовують протипригарну самовисихаючу фарбу фарбуємо лише стрижень.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.9 – Склад та властивості протипригарної самовисихаючої фарби

Пнд. поз.	Найменування параметра	Значення
1	Призначення фарби	Сталеве литво
2	Вміст наповнювача (циркон), % мас.	60
3	Вміст зв'язуючого (полівінілбутираль), % мас.	2,5
4	Вміст розчинника (етилловий спирт), % мас.	37,5
5	Щільність, 10 ³ кг/м ³	1,75...1,85

Характеристика модельного комплекту

Виготовлення елементів модельного комплекту здійснюємо з алюмінієвого сплаву марки АК12 ГОСТ 1583-93, за 6 класом точності ГОСТ 3212-92.

Порівняно з дерев'яними вони довговічніші, мають значно вищу точність і сталість розмірів, гладку робочу поверхню, не деформуються під час зберігання.

До складу модельного комплекту входить:

- модельна плита-2 шт.
- модель роз'ємна -2 шт
- моделі елементів ливникової системи : 2 живильника, 1 шлаковловлювач, 1 стояк,2 випорів;
- стрижневий ящик - 3 шт.;

В даному випадку модель є роз'ємною. Для зменшення маси модельного комплекту та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою з товщиною стінки 8 мм ГОСТ 21079-75. Для надання моделі жорсткості у порожнині виконуємо відповідні ребра товщиною 8 мм на всю висоту ГОСТ 21079-75.

За конструкцією стрижневий ящик роз'ємний. Його виготовляють із двох частин. Площина розніму – вертикальна. Робочі розміри ящика 199x169x302 мм.Скріплюємо ящик гвинтами, centruємо штирем.

Стрижневі знаки моделі виконуємо у відповідності з розмірами, вказаними в табл. 1.5 з дотриманням вимог ГОСТ 3212-92.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Готову модель фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92.

Робочі розміри моделей виливка:

$$\alpha = l_p * (1 + \frac{y}{100}), \text{ мм} \quad (9.13)$$

де l_p -розмір деталі, мм

y – усадка виливка, %

Підставляємо дані в формулу:

$$\alpha_1 = 440 * (1 + \frac{1,5}{100}) = 446,6 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 95 * (1 + \frac{1,5}{100}) = 96,4 \text{ мм}$$

$$\alpha_3 = 195 * (1 + \frac{1,5}{100}) = 197,9 \text{ мм}$$

Кріплення моделей на модельній плиті здійснюємо 18-ма болтами М8,

центрування моделей на модельній плиті здійснюємо за допомогою 10 штифтів.

Усі переходи між собою пересічними поверхнями плавні, мають галтелі, радіусом 8...10 мм (для моделей). Галтелі стрижневих ящиків мають радіус 4...5 мм.

Стрижневі знаки на моделі виконуємо у відповідності з ГОСТ 3212-92 так як показано на кресленні 1.

Готові моделі фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92:

- у сірій - модельний комплект, що використовується для виготовлення виливків зі сталі;

- у чорний колір - поверхні стрижневих знаків та інших частин, що не заливаються.

Порядок виконання операцій при формуванні, складанні заливанні та вибивання форми

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як в даному випадку виливок відноситься до дрібного литва, то форми раціонально виготовляти на пресових формувальних машинах з перевертанням півформ. Послідовність виготовлення та заливання форми буде наступною:

- модельні плити верху та низу із закріпленими на них моделями виливків та елементів ливникової системи встановлюють на плиту формувальної машини;

- встановлюють опоки, центрують та фіксують відносно модельних плит;

- поверхню моделей та модельних плит покривають розділовим покриттям;

- заповнюють опоки ПГС;

- підводять пресову траверсу в робочий стан;

- здійснюють пресування півформи;

- зрізають надлишок суміші;

- виконують вентиляційні канали;

- піднімання штифтів для вилучення моделей;

- витягування моделей;

- повернення траверси у вихідний стан;

- повернення штифтів у вихідний стан;

- півформу верху кантують ;

- транспортують півформи на ділянку складання форм;

- проставляють у нижню півформу стрижні;

- встановлюють напрямні і центрувальні штирі;

- накривають нижню півформу верхньою;

- навантажують форму;

- транспортують форму на ділянку заливання;

- заливають форму сталю 40Л з ковша з носиком;

- охолоджують залиті форми на ділянці охолодження до температури

виливка ≈ 400 °С;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– вибивають форми на інерційній вибивній гратці на ділянці вибивання.

9.9 Устаткування та інструменти

У процесі виготовлення форм та стрижнів використовуємо таке устаткування: струшувальну формувальну машину з перекидним столом, для виготовлення форм, піскодувна стрижнева машина, для виготовлення стрижнів, лопатевий змішувач безперервної дії для приготування сумішей, фарбозмішувач для приготування протипригарної фарби, вибивна гратка.

9.10 Технологія виготовлення стрижнів

Для повного відтворення внутрішньої конфігурації вилівка застосовуємо три стрижні, які відносяться до стрижнів середньої складності по конфігурації.

Стрижневий ящик виконуємо з алюмінієвого сплаву. Тип ящика, роз'ємний (з горизонтальним або вертикальним в залежності від виду стрижня плоским роз'ємом з двох половинок), за допомогою якого виготовляємо три різних стрижні за конфігурацією.

Послідовність виготовлення стрижнів

- робочі поверхні стрижневого ящика покривають розділовим покриттям;
- скріплюють половинки стрижневого ящика;
- заповнюють стрижневий ящик стрижневою сумішшю піскодувним методом;
- витримують стрижень 30...40 хв в стрижневому ящику для твердіння суміші;
- виконують вентиляційні канали в знакових частинах стрижня;
- розкривають стрижневий ящик та виймають стрижень;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

- фарбують стрижень протипригарною фарбою;
- витримують стрижень протягом години для висихання фарби;
- готовий стрижень транспортують на ділянку складання форм.

9.11 Фінішні операції

Виливки після видалення з ливарних форм тривалий час охолоджують, а потім їх передають у відділення фінішних операцій, де підвищують їх фізико-механічні властивості та надають їм належного товарного вигляду.

Елементи ливникової системи від виливків відокремлюють у галтувальних барабанах безперервної дії під час попереднього очищення литва або ж ударами молотка під час вибивання форм.

Дробометальні камери використовують для видалення стрижнів та очищення виливків. Таке очищення виконується потоком чавунного або сталевго дробу, який спрямовується на поверхню виливка спеціальними головками або апаратами. Висока продуктивність і якість очищення виливків досягається високою швидкістю потоку дробу (70...80 м/с), яка створюється робочим колесом ротора, що обертається зі швидкістю близько 2500 хв⁻¹.

Обрубвання виливків виконують пневматичними молотками із зубилами та повітряно-дуговим різанням.

Зачищення виливків виконують на шліфувальних барабанах.

Сучасні методи дають змогу виправляти різноманітні дефекти виливків без погіршення їх якості. Основними методами виправлення дефектів виливків є:

- декоративне замазування дрібних поверхневих раковин замазками;
- просочування спеціальними розчинниками для усунування поруватості виливків, які під час експлуатації піддаються гідравлічній дії;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– газове або електродугове заварювання.

Термічне оброблення виливків зі сталі 40Л є обов'язковим, найчастіше роблять нормалізацію та відпуск. Нормалізація застосовується для підвищення міцності і в'язкості, однорідності структури та покращення оброблюваності низьковуглецевої сталі, а також, виправлення структури зварного з'єднання і зменшення внутрішніх напружень.

Виливок нагрівають до температури 860 - 880°C витримують 1...2 год і охолоджують на повітрі. Високотемпературний (високий) відпуск проводять в інтервалі температур 600–630° С для майже повного усунення гартівних внутрішніх напружень та утворення структури сорбіту відпуску, що забезпечує найкраще поєднання високої ударної в'язкості, границі витривалості із задовільною міцністю й твердістю (близько 25 HRC).

Тривалість витримування при відпуску залежить насамперед від температури відпуску й габаритів виробів. Вона збільшується зі збільшенням розмірів виробів та зниженням температури відпуску й змінюється переважно в межах від 1 до 5 годин.

Наступна операція – це контроль якості виливків, який складається з двох етапів – проміжного і остаточного. Проміжний контроль здійснюють у процесі очищення, обрубубування і зачищення виливків для вилучення із технологічного потоку бракованих і дефектних виливків до термічного оброблення.

Після виконання вище названих операцій виливки транспортують на склад готової продукції.

9.12 Розрахунок піднімальної сили

Загальна піднімальна сила металу, яка діє на верхню півформу, розраховується за формулою:

$$P_{\Sigma} = k \cdot (P_{\text{впф}} + \Sigma P_{\text{сті}} + P_{\text{л.с.}}) - (G_{\text{впф}} + \Sigma G_{\text{сті}}), \quad (9.14)$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

де k – коефіцієнт, який враховує гідравлічний удар у момент закінчення заливання, $k = 1,4$;

$P_{\text{впф}}$ – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н;

$G_{\text{впф}}$ – вага верхньої півформи, Н;

$P_{\text{сті}}$ – Архімедова сила, що діє на i -й стрижень, Н;

$G_{\text{сті}}$ – вага i -го стрижня, Н;

$P_{\text{л.с.}}$ – сила тиску на верхню півформу в ливниковій системі, Н;

Складові формули розраховуємо за наступною методикою:

$$P_{\text{впф}} = F_{\text{г.пр.}} \cdot n \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g \cdot h_{\text{ср}} \quad (9.15)$$

де $F_{\text{г.пр.}}$ – площа горизонтальної проекції вилівка, на яку діє піднімальна сила: $F_{\text{г.пр.}} = 0,109 \text{ м}^2$;

$\rho_{\text{м}}$ – щільність рідкого металу: $\rho_{\text{м}} = 7800 \text{ кг/м}^3$;

$h_{\text{ср}}$ – середній металостатичний напір: $h_{\text{ср}} = 0,195 \text{ м}$;

n – кількість виливків у формі : $n = 2$;

$g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$ – прискорення земного тяжіння.

$$P_{\text{впф}} = 0,109 \cdot 2 \cdot 7800 \cdot 9,81 \cdot 0,195 = 2961 \text{ Н.}$$

Розраховуємо вагу верхньої півформи:

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{оп}} + m_{\text{сум}}) \cdot g, \quad (9.16)$$

де $m_{\text{оп}}$ – маса верхньої опоки, кг;

$m_{\text{сум}}$ – маса суміші в верхній напівформі, кг.

$$m_{\text{сум}} = (l_{\text{оп}} \cdot b_{\text{оп}} \cdot h_{\text{оп}} - (V_{\text{в'}} + V_{\text{ст'}}) \cdot n) \cdot \rho_{\text{сум}}, \quad (9.17)$$

де $l_{\text{оп}}$, $b_{\text{оп}}$, $h_{\text{оп}}$ – довжина, ширина та висота верхньої опоки, м;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_{в'}$ - частина об'єму вилівка, що знаходиться у верхній півформі, m^3 ;
 $V_{ст'}$ - частина об'єму стрижнів, які знаходяться у верхній півформі, m^3 ;
 $\rho_{сум}$ – щільність формувальної суміші : $\rho_{сум} = 1650 \text{ кг}/m^3$.

$$m_{сум} = (1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,2 - (0,018+0,007) \cdot 2) \cdot 1650 = 234,3 \text{ кг.}$$

$$G_{впф} = (224 + 234,3) \cdot 9,81 = 4494 \text{ Н.}$$

Розраховуємо Архімедову силу, що діє на стрижні:

$$\Sigma P_{сті} = n \cdot V_{сті}'' \cdot \rho_{м} \cdot g, \quad (9.18)$$

де $V_{сті}''$ – частина об'єму і-го стрижня, що знаходиться під дією Архімедової сили, Н;

На стрижень діє Архімедова сила, $V_{сті}''=0,004 \text{ м}^3$, $V_{сті}'''=0,017 \text{ м}^3$

$$\Sigma P_{сті1} = 1 \cdot 0,0 \cdot 7100 \cdot 9,81 = 0 \text{ Н}$$

$$\Sigma P_{сті2} = 8 \cdot 0,0005 \cdot 7100 \cdot 9,81 = 278 \text{ Н}$$

$$\Sigma P_{сті3} = 8 \cdot 0,0002 \cdot 7100 \cdot 9,81 = 111 \text{ Н}$$

Розраховуємо вагу стрижнів:

$$\Sigma G_{сті} = n \cdot V_{сті} \cdot \rho_{сум} \cdot g, \quad (9.19)$$

де $V_{сті}$ - об'єм стрижня, m^3 .

$$\Sigma G_{ст.} = 2 \cdot 0,007 \cdot 1650 \cdot 9,81 = 227 \text{ Н.}$$

Розрахуємо силу тиску на верхню півформу в ливниковій системі:

$$P_{л.с.} = (b_{ж} \cdot l_{ж} \cdot n_{ж} + b_{шл} \cdot l_{шл}) \cdot g \cdot h_{м} \cdot \rho_{м}, \quad (9.20)$$

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $b_{ж}$, $l_{ж}$ – ширина та довжина живильника, м;

$n_{ж}$ – кількість живильників у формі;

$b_{шл}$, $l_{шл}$ – ширина та довжина шлаковловлювача, м;

$h_{м}$ – металостатичний напір у ливниковій системі, м.

$$P_{л.с.} = (0,042 \cdot 0,74 + 0,04 \cdot 0,08 \cdot 2) \cdot 9,81 \cdot 0,19 \cdot 7100 = 496 \text{ Н}$$

Таким чином, загальна піднімальна сила:

$$P_{\Sigma} = 1,4 \cdot (2961 + 496 + 389) - (4494 + 227) = 663,4 \text{ Н}$$

На форму необхідно встановити додатковий вантаж масою не менше 66,3 кг.

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

10 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Вихідні дані:

- Вантажепід'ємність $Q = 1200 \text{ кг}$

10.1 Розрахункова схема інерційної вибивної решітки

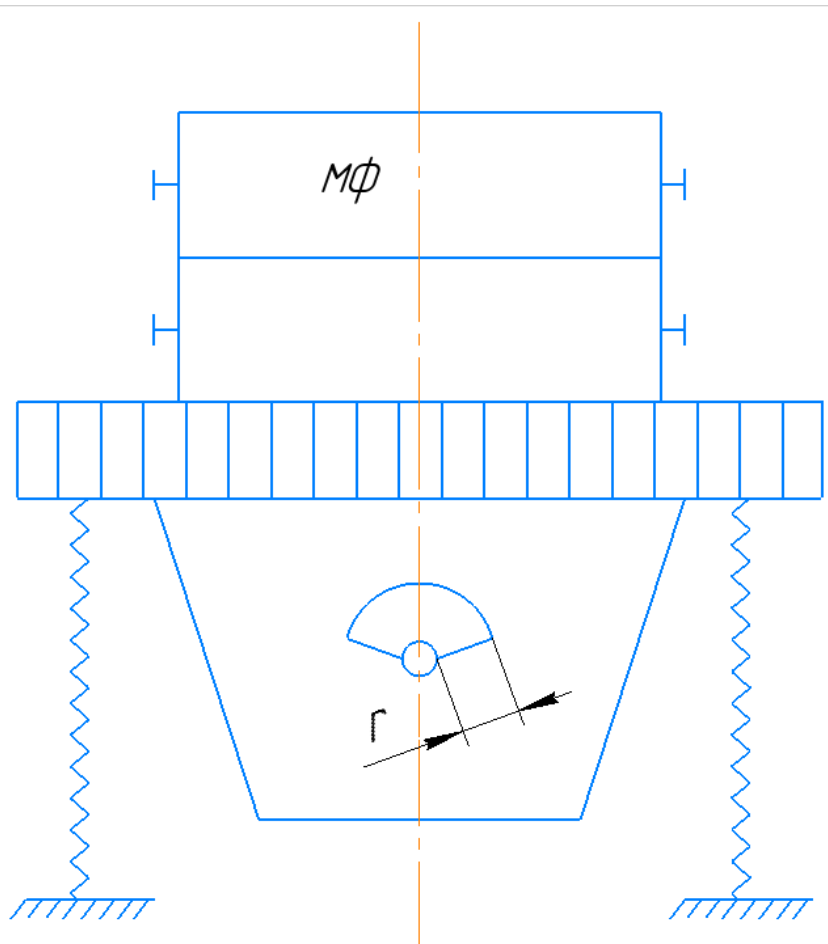


Рисунок 10.1 Розрахункова схема інерційної вибивної решітки

					ФЛ91мп.9104.1110.000					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПЕЦІАЛЬ- НИЙ РОЗДІЛ					
Розроб.	Кориткін Б.В.							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шейко О.І.								90	130
Н. Контр.	Лютий Р.В.							НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
Затверд.										

10.2 Визначення кутової швидкості вала вібратора

Кутова швидкість вала вібратора визначається за формулою:

$$\omega = \frac{2(1+\mu)}{\mu(1+R)} \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{g}{2e_0}}, c^{-1} \quad (10.1)$$

де μ – відношення маси решітки до маси форми;

R – коефіцієнт відновлення швидкості тіл, які співударяються після удару;

g – прискорення вільного падіння, мм/с²;

e_0 – питома енергія удару, необхідна для вибивання форми, кг·мм/кг;

Відношення маси решітки до маси форми знаходиться в межах:

$$\mu = \frac{m_{\text{реш}}}{m_{\text{ф}}} = 0,8 \dots 1,0; \quad (10.2)$$

$$\mu = 1,0; m_{\text{реш}} = m_{\text{ф}} = 1200 \text{ кг};$$

Коефіцієнт відновлення швидкості тіл, які співударяються після удару:

$R=0,15 \dots 0,20$ - для чавунних опок;

$R=0,20 \dots 0,25$ – для сталевих опок [3];

Обираю $R = 0,20$.

Питома енергія удару, необхідна для вибивання форми:

$e_0=15 \dots 25$ кг·мм/кг – для сирої форми;

$e_0=15 \dots 25$ кг·мм/кг – для сирої форми [3];

Обираю $e_0 = 25$ кг·мм/кг;

$$\omega = \frac{2(1+1)}{1(1+0,2)} \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9810}{2 \cdot 25}} = 147 c^{-1} \quad (10.3)$$

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.3 Визначення числа обертів вала вібратора

Число обертів вала вібратора визначається за формулою:

$$n_B = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \text{ об/хв}; \quad (10.4)$$

де ω – кутова швидкість вала, c^{-1} .

Підставивши відомі значення отримаємо:

$$n_B = \frac{30 \cdot 147}{3,14} = 1400, \text{ об/хв}$$

10.4 Визначення величини збуджуючої сили

Величина збуджуючої сили визначається за формулою:

$$F_0 = (m_{\text{реш}} + m_{\text{ф}}) \cdot \pi \cdot \left(\frac{1-R}{1+R} \right) \cdot \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right), \text{ кг}; \quad (10.5)$$

де ω_p^2 – частота власних коливань решітки, c^{-1} ;

ω – кутова швидкість вала, c^{-1}

$m_{\text{реш}}$ – маса решітки, кг;

$m_{\text{ф}}$ – маса форми, кг.

Частота власних коливань знаходиться в межах $\omega_p^2 = 20 \dots 60 c^{-1}$ [3]. Обираю значення $\omega_p^2 = 50 c^{-1}$.

Підставивши значення отримаємо:

$$F_0 = (1200 + 1200) \cdot \pi \cdot \left(\frac{1 - 0,2}{1 + 0,2} \right) \cdot \left(1 - \frac{50^2}{147^2} \right) = 4445,014$$
$$\approx 4445 \text{ кг}$$

10.5 Визначення маси невірноважених вантажів

Маса невірноважених вантажів визначається за наступною формулою:

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_0 = \frac{F_0 \cdot g}{\omega^2 \cdot r}, \text{ кг}; \quad (10.6)$$

де F_0 – величина збуджуючої сили;

ω – кутова швидкість вала;

r – радіус окружності, який проходить через центр тяжіння, м.

Радіус окружності знаходиться в межах $r = 0,1 \dots 0,18$ м, обираю $r = 0,1$ м.

$$G_0 = \frac{4445 \cdot 9,81}{147^2 \cdot 0,1} = 20,179 \approx 21 \text{ кг}$$

10.6 Визначення сумарної жорсткості пружини

Сумарна жорсткість пружини розраховується за такою формулою:

$$\Sigma k = \omega_p^2 \cdot M_{\text{сист}} = \omega_p^2 \cdot \frac{m_{\text{реш}} + m_{\text{ф}}}{g}, \text{ кг/см}; \quad (10.7)$$

де $M_{\text{сист}}$ – момент системи;

ω_p^2 – частота власних коливань решітки, с^{-1} ;

$m_{\text{реш}}$ – маса решітки, кг;

$m_{\text{ф}}$ – маса форми, кг.

$$\Sigma k = 50^2 \cdot \frac{1200 + 1200}{981} = 6122,45 \approx 6123 \text{ кг/см}$$

10.7 Визначення шорсткості однієї пружини

Шорсткість однієї пружини:

$$k_1 = \frac{\Sigma k}{n}, \text{ кг}; \quad (10.8)$$

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\sum k$ - сумарна жорсткість пружини;

n – кількість пружин, знаходиться в межах $n = 4 \dots 24$ і кратна 4.

$$k_1 = \frac{6123}{24} = 256 \text{ кг}$$

Визначаємо потужність двигуна:

$$N = \frac{\pi \cdot g \cdot m_{\phi}}{\omega^2 \cdot 102 \cdot \eta} \cdot \frac{1+R}{1-R} \text{ КВт}; \quad (10.9)$$

N – потужність двигуна

g – прискорення вільного падіння $g=9.81$

R – коефіцієнт відношення швидкості тіл що ударяються

m_{ϕ} – маса форми, кг.

ω – кутова швидкість

η - ККД двигуна, обираємо в межах (0,6...0,9)

підставивши значення у формулу отримаємо

$$N = \frac{\pi \cdot 9,81 \cdot 1200}{147^2 \cdot 102 \cdot 0,9} \cdot \frac{1 - 0,2}{1 + 0,2} = 12.4 \text{ КВт}$$

Вибір електродвигуна

Електродвигун з короткозамкнутим ротором серії 4а-160S2/2940 у якому потужність складає $P= 15$ Квт а синхронна частота обертання $n=3000$ об/хв

Розрахунок клинопасової передачі

Визначаємо момент рушійних сил

$$M_{pc} = F_k \cdot A_{max}$$

Де M_{pc} – момент рушійних сил

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F_k – сила корисного опору

A_{max} -максимальна висота підйому механізма

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot V; \quad (10.10)$$

$$V = \frac{2\pi r}{T}$$

N - потужність

F - сила корисного опору

V – лінійна швидкість

r - радіус валу

T – період обертання валу

$$V = \frac{2\pi \cdot 2,6 \cdot 10^{-3}}{0,04} = 0,4 \text{ м/с}$$

$$F = \frac{N}{V} = \frac{15 \cdot 10^3}{0,4} = 37,5 \text{ кН}$$

Підставивши значення у формулу отримаємо

$$M_{pc} = 37,5 \cdot 10^3 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} = 97,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Згідно таблиці 2.1 методичних вказівок ДММ крутний момент знаходиться в діапазоні 30,,120, тому обираємо тип пасу «Б»

Із стандартного ряду діаметрів шківів , який встановлено відповідно до ГОСТ 20889-88 , найменший діаметр шківів = 125 мм, саме це значення і приймаємо до подальших розрахунків

Визначаємо діаметр більшого шківів:

$$d_2 = i_{кл/пас} \cdot d_1(1 - \varepsilon) \text{ мм}; \quad (10.11)$$

d_2 —діаметр більшого шківів мм

$i_{кл/пас}$ -передаточне відношення клинопасової передачі

d_1 —діаметр меншого шківів мм

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ε – коефіцієнт ковзання (0,01...0,02)

$$i_{\text{кл/пас}} = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{в}}} = \frac{3000}{1500} = 2$$

Де $n_{\text{в}}$ - частота валу

$n_{\text{д}}$ - частота двигуна

Підставивши значення у формулу

$$d_2 = 2 \cdot 125(1 - 0,02) = 245 \text{ мм}$$

Розрахунок орієнтовної величини міжосьової відстані a'

$$a' = k \cdot (d_1 + d_2) \quad (10.1)$$

Де, a' - міжосьова відстань

k – коефіцієнт типу паса ($k=1 \dots 2$ клинові паси, $2 \dots 3$ пласкі паси)

d_1 —діаметр меншого шківa мм

d_2 —діаметр більшого шківa мм

$$a' = 2 \cdot (125 + 245) = 740 \text{ мм}$$

					ФЛ91мп.9104.1110.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

11 ОРГАНІЗАЦІЙНО ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Питання щодо організації виробництва в цеху вирішуємо на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технічного контролю та контролю якості тощо). У цьому розділі обґрунтовуємо необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

11.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Розрахунок планової чисельності працівників окремих категорій визначається в залежності від специфіки їхньої роботи та галузевих особливостей функціонування підприємства.

Чисельність робітників, зайнятих на нормованих роботах ($Ч_{р.н}^{пл}$), розраховують за формулою:

$$Ч_{р.н}^{пл} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i m_i}{T_{р.ч} K_{в.н}}, \quad (11.1)$$

де t_i , - планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, нормо-годин;

m_i , - кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{р.ч}$ - розрахунковий ефективний час одного робітника, год. (табл. 11.1);

n - кількість видів виготовлюваної продукції;

					ФЛ91.9104.1110.000 ПЗ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	Кориткін				Організаційно економічний розділ		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Шейко О.І.						97	130	
<i>Н. Контр.</i>	Лютий Б.В.				НТУУ «КПІ», ІМЗ, ФЛ-91мп				
<i>Затверд.</i>									

$K_{в.п}$ - очікуваний коефіцієнт виконання норм (1,2-1,5).

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($Ч_{ос}^{пл}$) (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

$$Ч_{ос}^{пл} = \frac{m_0 П_{зм} K_n}{H_{об}}, \quad (11.2)$$

де m_0 - кількість обслуговуваних об'єктів;

$П_{зм}$ - кількість змін роботи на добу;

K_n - коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$ - норма обслуговування одного агрегата (кількість об'єктів на одного робітника) .

Таблиця 11.1 - Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	113
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу, днів	240
Невиходи на роботу (днів), з них:	30
відпустки	24
захворювання	4
дозволені законом	1
з дозволу адміністрації	1
прогули	-
цілодобові простої	-
страйки	-
Явочний робочий час, днів	210
Середня тривалість робочого дня, год.	7,9
Внутрішньо змінні втрати робочого часу та простої, год.	0,2
Робочі години	7,8
<i>Плановий фонд роботи працівника в рік.</i>	<i>1596</i>

Коефіцієнт *переведення явочної чисельності в облікову*:

$$K = 240 / 210 = 1.14; \quad (11.3)$$

Розрахунки чисельності основних і допоміжних робітників наведено в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 - Чисельність основних і допоміжних робітників цеху

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а	3-я			
Основні робітники							
Працівник складу шихтових формувальних матеріалів	IV	4	2	2	8	1,14	9
Оператор формувально-складально-вибивального відділення	V	4	4	1	9	1,14	11
Оператор модельного відділення	V	4	4	1	9	1,14	11
Заливальник	V	5	4	2	11	1,14	13
Відділення термічної обробки	V	3	3	1	7		9
Працівник дільниці фінішних операцій	V	3	3	1	7	1,14	9
Разом		15	15	5	35		62
Допоміжні робітники							
Слюсар-ремонтник	IV	2	2	1	5	1,14	6
Черговий слюсар-електрик	IV	1	1	-	2	1,14	3
Транспортувальник-вантажник	II	2	2	-	4	1,14	5
Разом		5	5	1	11	1,14	14
Усього робітників		20	20	10	44		76

11.2 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції. Вона складається з:

- основної з/п;
- додаткової з/п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін.

Практична організація оплати праці ґрунтується на державному і договором регулювання її абсолютного рівня, а також механізмі визначення індивідуальної заробітної платні всіх окремих категорій працівників (робітників, фахівців, що служать, керівників) підприємства.

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарчої діяльності є тарифно-посадова система, елементи якої: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки й ставки; схема посадових окладів або єдина тарифна сітка.

Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій України наведена в таблиці 11.3.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.3 - Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,088	1,204	1,350	1,531	1,8	1,892	2,0
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
абсолютне		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати, тобто таким, нижче за яке вже не можна платити працівнику за виконану норму робочого часу.

Від першого вересня 2020 року в Україні встановлена мінімальна заробітня плата у розмірі 5000грн, мінімальна погодинна ставка в свою чергу становить 29,20грн.

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу наведено в таблиці 11.4

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

Таблиця 11.4 - Розрахунок фонду заробітної плати упр., персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
<i>Керівники</i>			
Начальник цеху	1	12000	240000
Майстер	1	8000	96000
<i>Разом</i>	<i>2</i>		<i>336000</i>
<i>Спеціалісти</i>			
Провідний Інженер-технолог	1	7000	84000
<i>Разом</i>	<i>1</i>		<i>84000</i>
<i>Службовці та молодший обслуговуючий персонал</i>			
Обліковець	1	5000	60000
Комірник	1	5500	66000
Прибиральник	1	5000	60000
<i>Разом</i>	<i>3</i>		<i>186000</i>
Усього по цеху	6		606000

11.3 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

Таким чином, продуктивність праці (Π) – це річний об'єм продукції, виготовленої в розрахунок на одного робітника цеху.

$$\Pi = \frac{G}{\sum \tau}, \quad (11.4)$$

де G - обсяг продукції, виробленої цехом за рік, кг;

$\sum \tau$ - чисельність працюючих всіх категорій.

$$\Pi = 5000000 / (76+6) = 6097,5 \text{ кг/особу}$$

Відповідно до тарифної сітки розраховано фонди заробітної плати основних і допоміжних працівників. Розрахунки приведені в таблиці 10.5.

						ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			102

ЗМ
Н.
Ар
к.
№
до
ку
м.
Пі
дп
ис
Да
та
Ф
Л
91
М
П.
91
06
.1
11
0.
00
00
П
З
П
?

Таблиця 11.5 - Розрахунок фондів заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний назва	Годинна, тарифна ставка, грн	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн					Загальний фонд заробітної плати, грн
				Одн ого робі тник а	Усіх		Премії	За роботу в особливих умовах	Оплата відпусток	Інші доплати та надбавки	Разом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні(технологічні) працівники												
Працівник складу шихтових та формувань матеріалів	4	39,42	9	1596	14364	566228,9	84934,3	28311,4	56622,9	28311,4	198180,1	764409,0
Оператор формувань-складально- вибіркового відділення	5	44,71	11	1596	17556	784844,5	117726,7	39242,2	78484,4	39242,2	274695,6	1059540,1
Оператор модельного відділення	5	44,71	11	1596	17556	784844,5	117726,7	39242,2	78484,4	39242,2	274695,6	1059540,1
Заливальник	5	44,71	13	1596	20748	927543,5	139131,5	46377,2	92754,3	46377,2	324640,2	1252183,7
Працівник відділення термічної обробки	5	44,71	9	1596	14364	642145,5	96321,8	32107,3	64214,5	32107,3	224750,9	866896,4
Працівник дільниці фінішних операцій	5	44,71	9	1596	14364	642145,5	96321,8	32107,3	64214,5	32107,3	224750,9	866896,4
Разом			62			4347752					1521713,3	5869465,6
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Слюсар-ремонтник	4	39,42	6	1596	9576	377485,9	56622,9	18874,3	37748,6	18874,3	132120,1	509606,0
Черговий слюсар-електрик	4	39,42	3	1596	4788	188743,0	28311,4	9437,1	18874,3	9437,1	66060,0	254803,0
Транспортувальник-вантажник	2	31,769 6	5	1596	7980	253521,4	38028,2	12676,1	25352,1	12676,1	88732,5	342253,9
Разом			76			819750						1106662,9
Усього						5167503						6976128,5

Ар
к.

11.4 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 15% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 11.6.

Таблиця 11.6 - Розрахунок капіталовкладень в устаткування

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	Всього, тис. грн
Основне технологічне устаткування					
1. Комп., авт., формувальні лінії КЛ91265СМ	1	250	250	45	295
2. Стержева лінія (Л16Т) 19128Б5	1	150	150	20	170
3. Уст., для виготовлення модельної суміші 652А	1	350	350	35	385
4. Уст., для приготування суспензії 63431	1	50	50	3	53
5. Уст., для виготовлення форм6А63	1	250	250	30	280
6. Ванна 671М	1	30	30	2	32
7. Уст., для виготовлення модельних ланок	1	200	200	25	225
8. Катковий змішувач 15111	3	10	30	4	34
9. ІСТ 2,5/2,4,0	2	150	300	30	330
10. ІСТ 1,0/0,4	2	80	160	20	180
11. Інерційна вибівна решітка	3	20	60	5	65
Разом основне технологічне устаткування					2049

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
1.Електрокар	2	40	80	6	86
2. Інвентар	-	-	50	7,5	57,5
3.Підёмний кран	2	10	20	1,5	21,5
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					165
Загалом по цеху (виробничій дільниці)					2214

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму цеху і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво будівлі цеху. Як було визначено в будівельній частині проекту, будівля цеху являє собою будівельну конструкцію довжиною 120 м, шириною 48 м та висотою 10 м, загальною площею 5760 м². Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаємо виходячи з площі та об'єму цеху, а також нормативної вартості будівництва та санітарно - технічних робіт 1 м будівлі. Необхідно також враховувати витрати на будівництво фундаменту та майданчиків для обладнання.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в таблиці

Таблиця 11.7 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м ³	Вартість, тис. грн.	
			Одиниці	Загальна
1. <i>Виробничі приміщення</i>	м ³	43200	700	3234
1.1 Водопостачання			5,0	23,1
1.2 Каналізація			4,5	19,4
1.3 Електропроводка			7	32,34
1.4 Вентиляція			7,0	32,34

						ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			105

Продовження табл., 11.7				
Всього		3341,1		
2. <i>Побутові приміщення</i>	м ³	14400	600	960
2.1 Водопостачання			6	9,6
2.2 Каналізація			13	20,8
2.3 Електропроводка			8,0	12,8
2.4 Вентиляція			9,0	14,4
Всього		1017,6		
3. Зовнішній благоустрій		3629	10	36,3
4. Невраховані витрати		3629	90	362,9
Загальна вартість будівлі		4530,4		

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Z_m) визначається за формулою:

$$Z_m = M_d \frac{T_{\text{пост}}}{2}; \quad (11.5)$$

де M_d - середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн.;

$T_{\text{пост}}$ - інтервал поставки в днях (приймається в межах 15-30 днів).

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 240 (де 240 – розрахункове число днів за рік).

$$Z_m = 812865 \cdot 30 / 240 \cdot 2 = 52054,06 \text{ тис. грн.}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 4094,94 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

										ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							106

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($H_{ЗАГ}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{ЗАГ} = 1,5 \cdot Z_m ; \quad (11.6)$$

де Z_m – норматив поточних запасів;

$$H_{ЗАГ} = 1,5 \cdot 52054,06 = 81081,1 \text{ тис. грн.}$$

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 11.8).

Таблиця 11.8 - Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис. грн.	%
1. Будівлі:		21,26
1.1. Виробничі	3341,2	
1.2. Побутові	1019,2	6,5
2. Устаткування		19,25
2.1. Основне технологічне	2049	
2.2. Допоміжне та підйомно-транспортне	165	1,37
3. Норматив оборотних коштів	8108,11	51,62
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	14682,51	100%

11.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції

З метою визначення економічної доцільності запроєктованого виробництва певного виду продукції розраховують її собівартість, яка являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво і реалізацію цієї продукції. Процес обчислення собівартості окремих видів продукції називають калькулюванням.

У промисловості найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей витрат:

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

- сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- паливо та енергія на технологічні цілі;
 - основна заробітна плата технологічних робітників;
 - додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- втрати внаслідок технічно неминучого браку;
- інші виробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- позавиробничі витрати на збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу собівартість, а сума всіх 12 статей – повну собівартість виготовленої продукції.

Для кожного об'єкта калькулювання вибирається калькуляційна одиниця – одиниця його кількісного вимірювання. Калькуляційна одиниця для продукції об'єкту, що проектується - *порошкова металургія, виробництво спечених виробів та композиційних матеріалів* - одна тонна, один кілограм, один виріб.

На стадії проектування складається планова калькуляція собівартості продукції, яка дозволяє здійснити техніко-економічне обґрунтування розробленого проекту цеху чи виробничої ділянки.

11.6 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Витрати на сировину і матеріали розраховуються як сума добутоків норм витрачання різних видів сировини й матеріалів (за даними матеріальних балансів

див. таблицю 1.6) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів.

Виконані розрахунки оформлюють по формі (табл.11.9).

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.9 - Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн.	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, грн. (тис. грн.)
Сировина та основні матеріали					
ВЧ40 (чавун) – чавунний лом	кг	500	20	1,1	110000
40Л (сталь) – сталевы чушки	кг	1052	30	1,1	347160
Феросплави	кг	277	15	1,1	45705
Модельна композиція		500	50	1,1	275000
Формувальна суміш		300	20	1,1	33000
Єтил-селикат		20	100	1,1	22000
Всього вартість сировини та матеріалів					832865

Значення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1.1 – 1.2.

11.6.1 Витрати на паливо та енергію

До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та ін. носіїв енергії. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

Розрахунок кількості електроенергії та інших джерел енергоносіїв, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи цеху приведений в енергетичному розділі див. таблицю 3.1 та 3.2. Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 1,81 грн. за кВт-год (згідно постанови НКРЕКП від 24.11.2016 р. №2019).

Таблиця 11.10 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі енергоносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт-год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електроенергія	кВт-год	35150,9	1,81	63,623
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електроенергія	кВт-год	28071,8	1,81	50,808
Господарчо-санітарні потреби	технічна вода	тис. м ³	15,8	900	14,22
Загально річна вартість енергоносіїв					128,35

11.6.2 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 30-50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл.10.6)

$$2214 \cdot 0,3 = 664,2 \text{ тис. грн.} \quad (11.7)$$

11.6.3 Загальновиробничі витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи дільниці з відрахуваннями на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи дільниці);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;
- витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища та ін.

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати встановлюють на рівні 100-250% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$4347,75 \cdot 1,8 = 7825,95 \text{ тис. грн.} \quad (11.8)$$

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.6.4 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції «Втрати внаслідок технічно неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу «Загальновиробничих витрат». Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

«Втрати внаслідок технічного неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» 5-15% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$4347,75 \cdot 0,1 = 434,775 \text{ тис. грн.} \quad (11.9)$$

11.6.5 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття «Адміністративні витрати» включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі тощо.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 50-200% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$4347,75 \cdot 0,8 = 3478,2 \text{ тис. грн.} \quad (11.10)$$

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

11.6.6 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, діляниць і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію та деякі інші.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 30-50% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$4347,75 \cdot 0,3 = 1304,32 \text{ тис. грн.} \quad (11.11)$$

11.6.7 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;

- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів тощо.

Величину витрат по цій статті студент уточнює під час переддипломної практики.

У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 5-10%:

$$2049 \cdot 0,5 = 1024,5 \text{ тис. грн.} \quad (11.12)$$

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

11.6.8 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 11.11).

Таблиця 11.11 - Планова калькуляції собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис. грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріали				
1.1 Чавуні чушки	кг	500	20	110000
1.2 Сталеві чушки	кг	1052	30	347160
1.3 Феросплави	кг	277	15	45705
1.4 Модельна композиція	кг	500	50	275000
1.5 Формувальна суміш	кг	150	20	33000
1.6 Етилсилікат	л	20	100	22000
2. Паливо та енергія для технологічних цілей				
2.1 Електроенергія	кВт-год	35150,9	1,81	636,23
3. Основна заробітна плата технологічних робітників				4347,75
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників				1227,95
5. Єдиний соціальний внесок (22%)				771,85
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування				664,2
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати				7825,9
8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку				434,775
9. Адміністративні витрати				3478,2
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва				1304,32
11. Позавиробничі витрати на збут продукції				1024,5
12. Інші виробничі витрати				100
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції				854680,675

Річна продуктивність цеху становить 5000000 кг, маса виробу складає 339,6г., то річна продуктивність відповідно 14723200 шт./рік

Тому повна собівартість 1 кг продукції складає $854680675 / 5000000 = 170,93$ грн/кг, або $854680675 / 14723200 = 508,4$ грн/шт.

11.7 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у нормо-годинах можна вирахувати за формулою:

$$T = \frac{Ч_{ТЕХ} \cdot \Phi^{пл}}{Q}; \quad (11.13)$$

де $Ч_{ТЕХ}$ - загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{пл}$ - плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;

Q - повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = 62 \cdot 1596 / 5000000 = 0,2 \text{ нормо-годин/кг}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_Q) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{заг}$) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

					ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

$$K_Q = \frac{K_{заг}}{Q}, \quad (11.14)$$

$$K_Q = 854680675 / 5000000 = 17,09 \text{ грн/кг.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого студентом об'єкту:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot Q + \Sigma A, \quad (11.15)$$

де 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку;

C_n - повна собівартість одиниці продукції, грн.;

Ц - ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (5000000), кг;

ΣA - загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань (табл. 10.12).

Таблиця 11.12 - Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	4530400	8	362432
Обладнання	3239000	24	777360
Всього амортизаційних відрахувань			1139792

$$ГП_p = 0,82 \cdot (710 - 672,52) \cdot 500000 + 1139792 = 154807792 \text{ грн.}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового

						ФЛ91.9104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			116

обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ($P_{ок}$), який має критеріальний характер:

$$P_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < P_{ок}^H, \quad (11.16)$$

де $ГП_p$ - річна сума грошового потоку, грн.;

$P_{ок}^H$ - нормативний період окупності, 3 - 7 років.

$$P_{ок} = 854680675 / 154807792 = 5,52 \text{ років}$$

Робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Всі витрати на створення виробництва оксикарбідної ріжучої кераміки окупаються приблизно через 6,59 років. Перелік техніко-економічних показників.

Таблиця 11.13 - Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	кг	5000000
Загальна площа цеху	м ²	5760
Виробнича площа цеху	м ²	4608
Капіталомісткість продукції (K _Q)	грн	180,7
Загальна чисельність працівників	осіб	62
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	6976128,5
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	10200
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	6097,5
Технологічна трудомісткість продукції (Т)	нормо-години/кг	0,2
Повна собівартість одиниці продукції	грн/кг	170,93
Період окупності (P _{ок})	років	5,25

12 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

12.1 Команда

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Інженерно-фізичний факультет. Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів.

Лідер команди: Шейко А.І. (к.т.н., доц.)

Генератор ідей: Шейко А.І. (к.т.н., доц.)

Виконавці: Кориткін Б.В. (студент)

12.2 Назва проекту

«Ливарний комплекс машинобудівного заводу з розробленням технології виготовлення виливків».

12.3 Короткий опис проекту

Розроблено ливарний комплекс призначений для технологічного процесу виготовлення сталевих виливків "П'ята стріли ліва" та "Фланець", методом лиття у піщано глинисті форми та литтям моделям що витоплюються.

Предмет проектування – технологія ливарної форми, планування і організація роботи ливарного комплексу; розроблення ефективного виробничого циклу; проектування інерційної видивальної рещітки.

					ФЛ91мп.9104.1110.0000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Кориткін Б.В.			БІЗНЕС ПРОЕКТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.					118	130
<i>Реценз.</i>						НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ,ФЛ-91мп		
<i>Н. Контр.</i>		Лютий Р.В.						
<i>Затверд.</i>								

Результати проектування – розроблено технологію ливарної форми, виконано технічне планування комплексу, спроектовано інерційну вибивну решітку.

Також розробляються питання вибору оптимальних технологічних процесів, раціонального компоунування ливарного комплексу, розташування діляниць та вибору високопродуктивного устаткування для оптимізації продуктивності, енерговитрат, праце місткості виробництва. Обираються раціональні способи організації вантажопотоків комплексу, вибору транспортного обладнання, зберігання матеріалів. Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виробництві дрібних (до 100 кг) виливків середньої складності в умовах серійного виробництва.

12.4 Бізнес-модель

12.4.1 Цінний продукт

Виготовлення литих деталей, як за стандартною номенклатурою (кронштейн, корпус, кришка, блок і т.д.), так і за індивідуальним замовленням.

12.4.2 Сегмент споживачів

Споживачі ринку воєнного машинобудування. Аукціонерне товариство Укроборонпром.

12.4.3 Канали збуту

Використовуються закриті канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями через візити. Контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції.

					ФЛ91мп.9102.1110.000	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.4.4 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу готових виробів основної номенклатури та індивідуальних замовлень, та ремонту воєнної та легкої бронетехніки.

12.4.5 Ключові види діяльності

Виробництво та випробування виробів, техніки. Наукова діяльність. Маркетингова діяльність. Оборонна діяльність.

12.4.6 Ключові ресурси

Матеріальні – шихтові матеріали, формувальні матеріали, феросплави. Технологія виробництва. Охоронні документи (патенти). Науково-технічні працівники.

12.4.7 Ключові партнери

Підприємство, яке надає виробничу базу: ливарний цех. Партнери з надання логістичних та маркетингових послуг: оптимізація та просування сайтів «SEOOWL», «Аналітікс Плюс», «DELPOST». Постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва: ТОВ «Ливарні матеріали ЛТ», ТОВ «МЕТ-ПРОМСЕРВИС», АТ "ОЗММ", ТОВ «ЗТМК».

12.4.8 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на ресурсозабезпечення, логістику, маркетинг, підтримку інтернет-ресурсів.

					ФЛ91мп.9102.1110.000	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.5 Елементи фінансового плану

12.5.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією, які працюють в напружених умовах. Актуальність проекту – литі заготовки використовуються більшістю галузей промисловості. Маса литих деталей в машинах складає в середньому від 40 до 80 %, а вартість і трудомісткість їх виготовлення - приблизно 25 % всіх витрат на виріб. Литі заготовки за розмірами та конфігурацією в найбільшій мірі наближаються до готових деталей, а об'єм їх механічного оброблення менший, ніж заготовок, отриманих іншими методами виробництва.

12.5.2 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався. Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда промислової потужності: 2000 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 3000 \$
- ресурсо-забезпечення: 10 000 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 5000 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки;

					ФЛ91мп.9102.1110.000	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.5.3 Резюме

Проект призначений для вирішення проблеми оптимально технологічних процесів, раціонального компоновання ливарного комплексу, розташування ділянок та вибору високопродуктивного устаткування для оптимізації продуктивності, енерговитрат, праце місткості виробництва. Вибрані раціональні способи організації вантажопотоків комплексу, вибору транспортного обладнання, зберігання матеріалів.

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на ДП «КБТЗ» підприємстві становлять 21 000 \$.

					ФЛ91мп.9102.1110.000	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Вирішені основні задачі проектування ливарного цеху бронетанкового заводу. Проведені розрахунки, які стосуються різних аспектів його діяльності.

Зокрема, вибрано двозмінний режим роботи усіх виробничих відділень цеху, визначені річні фонди часу роботи устаткування і робітників в усіх відділеннях.

Для випуску сталевих виливків, які мають масу від 4,9 кг до 46 кг, прийнято процес лиття в ПГФ та за моделями, що витоплюються.

У цеху встановлені індукційні печі для плавлення сталі. Ці печі мають високий коефіцієнт корисної дії, високу продуктивність та якість виплавленого металу, низький відсоток угару та шкідливих викидів у довкілля.

Розраховано кількість технологічного устаткування, визначено його розташування у цеху. Визначено склад допоміжних дільниць та служб ливарного цеху, площу лабораторій та допоміжних відділень.

Розраховано площі складів формувальних і шихтових матеріалів, вибрано розташування та компонування.

В технологічній частині проекту розроблено технологію виготовлення виливків із залізовуглецевих сплавів.

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кориткін						
Перевір.		Шейко О.І.					123	130
Н. Контр.		Лютий Р.В.				НТУУ «КПШ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
Затверд.								

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньокваліфікаційним рівнем підготовки «магістр».. Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво /Уклад.: Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М. Сиропошнєв, М.М. Ямшинський. – К.: «Політехніка», 2011. – 67с

2. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г.Є. Федоров, М.М. Ямшинський, В.Г. Могилатенко [та ін.]. — К.: НТУУ «КП», 2011. — 588 с.

3. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов.– М: Машиностроение – 1977. – 510 с.;

4. Справочник литейщика: Общие сведения по литью./Под ред. Н.Н. Рубцова. - М.: Машгиз, 1962. - 524 с.

5. Дорошенко С.П., Федоров Г.Є. Модельна оснастка для виробництва виливків у піщаних формах: Навч. посіб. - К.: ІВЦ «Політехніка», 2003. - 112 с.

6. Справочник литейщика: Общие сведения по литью./Под ред.Н.Н. Рубцова. - М.: Машгиз, 1962. - 524 с.

7. Могилев В.К, Лев О.И. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.

8. Справочник сталей и сплавов/М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.; Под общей ред. А.С. Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. - 672 с.

9.<http://delta-grup.ru/bibliot/22/136.htm>

10.http://ela.kpi.ua/images/stories/diplomi/diplom_2020/Shevchuk.pdf

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Кориткін			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.				124	130
<i>Н. Контр.</i>		Лютій Р.В.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
<i>Затверд.</i>							

ДОДАТКИ

					ФЛ91мп.9104.1110.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДОДАТКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Кориткін						
<i>Перевір.</i>		Шейко О.І.					125	129
<i>Н. Контр.</i>		Лютый Р.В.				НТУУ «КПІ», ІМЗ, ФЛ-91мп		
<i>Затверд.</i>								

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A0			ФЛ91мп.9104.1110.0001	Ливарний цех машино-будівного заводу потужністю 5000 т придатних виливків на рік		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Склад сирого піску	2	200 м ²
		2	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Полігональне сито	4	
		3	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Елеватор	1	
		4	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Камерний насос	4	
		5	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Кран мостовий Q = 5 т	9	
		6	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Закрома для шихти 25Л	4	
		7	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Закрома для шихти 40Л	6	
		8	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Дозатор	6	
		9	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Індукційнв піч ІСТ-2,5/2,40	4	
		10	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Котковий змішувач для приготув. футерувальної маси	1	
		11	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Стенд для сушки ковшів	3	
		12	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Автоматична формувальна лінія Л651	1	
		13	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Стіл поворотний	1	
		14	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Котковий змішувач 15108	2	
		15	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Лопатевий змішувач для ХТС	2	
		16	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Бункер свіжого піску	2	
		17	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Бункер відпрацьованої суміші	2	
		18	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Машина стрижнева	1	
		19	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Установка 662А для приготування модельного складу	1	
		20	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Машина для виготовлення модельних блоків моделі 653	1	
		21	ФЛ91мп.9104.1110.0001	Лінія для виготовлення керамічних блоків моделі 668	1	

ФЛ91.9104.1110.0001				
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розробив		Кориткін Б.В.		
Перевірив		Шейко О.І.		
Н. контр.		Лютий Р.В.		
Затвердив				
Ливарний цех машинобудівного заводу потужністю 5000 т придатних виливків на рік				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
			126	130
НТУУ «КПІ», ІФФ				

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A2				Модельна плита з моделлю верха		
				<u>Деталі</u>		
		1	ФЛ 91.9104.1110.0004	Модельна плита	1	
		2	ФЛ 91.9104.1110.0004	Модель верху	2	
		3	ФЛ 91.9104.1110.0004	Модель шлавловл.	1	
		4	ФЛ 91.9104.1110.0004	Модель стояка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		6		Болт М 8 х 30 ГОСТ 20342-74	18	
		7		Штифт 8 х 30 ГОСТ 20340-74	10	
		8		Шайба 17.6 ГОСТ 20342-74	19	
		9		Штир 8х30 ГОСТ 20339-74	1	

ФЛ91мп.9104.1110.0004

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Кориткін Б.В.				128	130
Перевірів		Шейко О.І.					
Н. контр.		Лютий Р.В.					
Затверд.							

НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського,
ІФФ, ФЛ-91мп

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
А 1			ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Форма в зборі		
А 4			ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Специфікація		
				<u>Стандартні вироби</u>		
БК	1			Опока нижня	1	
			ФЛ 91мп.9104.1110.0004	ГОСТ 1500 2 -69		
БК	2		ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Опока верхня	1	
				ГОСТ 1500 2 -69		
БК	3		ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Втулка центруюча	2	
				ГОСТ 20126-76		
БК	4		ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Штир центруючий	1	
				ГОСТ 22965-76		
БК	5		ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Штир направляючий	1	
				ГОСТ 22965-76		
БК	6		ФЛ 91мп.9104.1110.0004	Втулка направляюча	2	
				ГОСТ 20126-76		
				<u>Інші вироби</u>		
		7		Редра хрестовини	2	
		8		Стрижень	4	

ФЛ91мп.9104.1110.0005

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Кориткін Б.В.				129	130
Перевірив		Шейко О.І.					
Н. контр.		Лютий Р.В.					
Затверд.							

НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського,
ІФФ, ФЛ-91мп

№	Формат	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
	А1		ФЛ91мп.9104.1110.0009	Прес-форма		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ФЛ91мп.9104.1110.0009	Блок прес-форми 1	1	
		2	ФЛ91мп.9104.1110.0009	Блок прес-форми 2	1	
		3	ФЛ91мп.9104.1110.0009	Блок прес-форми 3	1	
		4	ФЛ91мп.9104.1110.0009	Штир кріплення	2	
		5	ФЛ91мп.9104.1110.0009	Виштовхувач	2	
				ФЛ91мп.9104.1110.0009		
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		
Розробив		Кориткін Б.В.			Прес-форма	Літ. Аркуш Аркушів 130 130
Перевірив		Шейко О.М..				
Н. контр.		Лютий Р.В.			НТУУ «КПІ», ІМЗ, ФЛ-91мп	
Затвердив						

Ім'я користувача:
Ямшинський Михайло Михайлович

ID перевірки:
1005474656

Дата перевірки:
17.12.2020 13:06:48 EET

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
17.12.2020 13:24:25 EET

ID користувача:
76785

Назва документа: Кориткін Б

Кількість сторінок: 74 Кількість слів: 12694 Кількість символів: 83296 Розмір файлу: 2.13 MB ID файлу: 1005764116

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

9.53%
Схожість

Найбільша схожість: 8.74% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1005764102)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

9.53% Джерела з Бібліотеки

221

Сторінка 76

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

789

Підозріле форматування

15
сторінок